



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

**VĚTRÁNÍ A CHLAZENÍ ADMINISTRATIVNÍHO
OBJEKTU**

VENTILATION AND COOLING OF AN ADMINISTRATIVE BUILDING

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Marek Kotas

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Ondřej Jelínek, Ph.D.

BRNO 2019



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3608R001 Pozemní stavby
Pracoviště	Ústav technických zařízení budov

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Marek Kotas
Název	Větrání a chlazení administrativního objektu
Vedoucí práce	Ing. Ondřej Jelínek, Ph.D.
Datum zadání	30. 11. 2018
Datum odevzdání	24. 5. 2019

V Brně dne 30. 11. 2018

prof. Ing. Jiří Hirš, CSc.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

1. Stavební dokumentace zadané budovy
2. Aktuální legislativa ČR
3. České i zahraniční technické normy
4. Odborná literatura
5. Zdroje na internetu

ZÁŠADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Práce bude zpracována v souladu s platnými předpisy (zákony, vyhláškami, normami) pro navrhování zařízení techniky staveb.

Osnova práce:

A. Teoretická část – literární rešerše ze zadaného tématu, rozsah 15 až 20 stran

B. Výpočtová část

- analýza objektu – rozdělení na funkční celky VZT, koncepční řešení celé budovy, vedoucí zadá 2-3 zařízení k dalšímu rozpracování

- tepelné bilance,
- průtoky vzduchu, tlakové poměry
- distribuce vzduchu,
- dimenzování potrubí a tlaková ztráta,
- úpravy vzduchu návrh VZT jednotek (hx diagramy),
- útlum hluku

C. Projekt – úroveň prováděcího projektu: výkresy dvoučarově, půdorysy + řezy (řešené místnosti, strojovna) legenda prvků, 1:50 (1:100) – budou uloženy samostatně jako přílohy, technická zpráva (tabulka místností, tabulka zařízení), položková specifikace, funkční (regulační) schéma.

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).

2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

Ing. Ondřej Jelínek, Ph.D.
Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá návrhem vzduchotechnického a klimatizačního zařízení pro administrativní objekt. Funkcí daného zařízení je tvorba kvalitního interního mikroklimatu, přičemž vzduchotechnické zařízení zajišťuje větrání objektu a pokrytí tepelných ztrát a zátěže větráním. Chladicí okruhy obstarávají dochlazování vybraných místností v letním období. Teoretická část práce rozlišuje typy chlazení, popisuje druhy chladiv a v závěru se věnuje i omezení chladiv v souvislosti s ochranou životního prostředí. Výpočtová část se zabývá kompletním návrhem vzduchotechnického a klimatizačního zařízení, včetně potřebných výpočtů. Poslední část práce představí samotný projekt.

KLÍČOVÁ SLOVA

Vzduchotechnika, chlazení, klimatizace, administrativní objekt, interní mikroklima, chladiva, životní prostředí, regulace chladiv.

ABSTRACT

The Bachelor thesis introduces a design of ventilation and air-conditioning equipment for an administrative building. The function of the device is to create a high-quality internal microclimate. The system ventilates the building and covers heat losses and gains caused by ventilation. In summer, cooling of the selected rooms is provided by the refrigeration circuit. The theoretical part of the thesis distinguishes between different types of air-conditioning systems, it describes the types of refrigerants and deals with the limitation of refrigerants in connection with the protection of the environment. The computational part deals with the complete design of ventilation and air conditioning equipment, including the necessary calculations. The last part of the thesis introduces the project itself.

KEYWORDS

Ventilation, cooling, air-conditioning, administrative building, internal microclimate, refrigerants, environment, regulation of refrigerants.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Marek Kotas. *Větrání a chlazení administrativního objektu*. Brno, 2019. 123 s., 8 s. příl.
Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických
zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Ondřej Jelínek, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 24. 5. 2019

.....
Marek Kotas
podpis autora

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval především Ing. Ondřeji Jelínkovi, Ph.D. za odborné vedení této bakalářské práce, za cenné a podnětné rady, ochotu i čas, který mi věnoval při konzultacích. Dále bych chtěl poděkovat rodině, přátelům a hlavně své přítelkyni za podporu.

OBSAH

Úvod.....	11
A. Teoretická část	11
1 Úvod.....	13
2 Chlazení	13
2.1 Druhy chlazení	14
2.1.1 Vzduchové systémy	14
2.1.1.1 Nízkotlaké ústřední vzduchové systémy.....	14
2.1.1.2 Zónové vzduchové systémy.....	15
2.1.1.3 Decentrální vzduchové systémy	16
2.1.1.4 Vysokotlaké vzduchové systémy.....	17
2.1.1.5 Jednokanálové vysokotlaké vzduchové systémy	17
2.1.1.6 Dvoukanálové vzduchové systémy.....	18
2.1.2 Kombinované systémy.....	19
2.1.2.1 Kombinované systémy s fan coils	20
2.1.2.2 Kombinované systémy indukční.....	20
2.1.2.3 Systém chladících stropů	21
2.2 Chladivové systémy	22
2.2.1 Kompresorový chladicí okruh	23
2.2.1.1 Kompresor	23
2.2.1.2 Výparník	24
2.2.1.3 Kondenzátor.....	25
2.2.1.4 Škrťící prvek.....	26
2.2.2 Absorpční chladicí okruh.....	27
3 Chladiva.....	28
3.1 Označování chladiv.....	28
3.1.1 Halogenové uhlovodíky	28
3.1.2 Binární směsi	28
3.1.3 Ostatní chladiva	29
3.2 Základní druhy chladiv	29
3.2.1 Voda (H_2O).....	29
3.2.2 Čpavek (NH_3)	29
3.2.3 Oxid uhličitý (CO_2).....	29
3.2.4 Uhlovodíky	30
3.2.5 Halogenové uhlovodíky	30

3.2.6	Vodní roztoky	30
3.3	Omezení chladiv	30
3.3.1	Chladiva zakázaná	30
3.3.2	Chladiva přechodná	31
3.3.3	Alternativní chladiva.....	32
3.4	Právní předpisy upravující používání chladiv	33
3.5	Rozdělení chladiv do kategorií dle hořlavosti	36
4	Závěr	36
B.	Výpočtová část.....	36
1	Analýza objektu	38
1.1	Vzduchotechnická a chladicí zařízení.....	38
1.2	Návrhové parametry vnějšího vzduchu	38
1.3	Půdorysné rozdělení na funkční celky	39
2	Výpočet součinitelů prostupu tepla.....	40
3	Výpočet tepelných ztrát	41
4	Výpočet tepelné zátěže	43
5	Návrh průtoků vzduchu a chlazení	48
6	Koncové distribuční prvky.....	51
6.1	Anemostaty	51
6.2	Talířové odvodní ventily.....	52
6.3	Vyústka do čtyřhranného potrubí	54
7	Dimenzování potrubí	57
8	Návrh vzduchotechnických jednotek.....	61
9	Vyvíječ páry.....	70
9.1	Návrh vyvíječe páry.....	70
9.2	Komora vyvíječe páry.....	71
10	Útlum hluku	72
10.1	Útlum hluku pro zařízení číslo 1 přívod	72
10.2	Útlum hluku pro zařízení číslo 1 odvod.....	73
10.3	Útlum hluku pro zařízení číslo 2 přívod	74
10.4	Útlum hluku pro zařízení číslo 2 odvod.....	76
10.5	Útlum hluku pro zařízení číslo 3 přívod	77
10.6	Útlum hluku pro zařízení číslo 3 odvod.....	78
11	Izolace potrubí	80
12	Návrh klimatizačních zařízení	83
13	Návrh protipožárních klapek	85

C. Projektová část	85
1 Technická zpráva – vzduchotechnika – Administrativní objekt.....	87
1.1 Úvod.....	87
1.1.1 Podklady pro zpracování	87
1.1.2 Výpočtové hodnoty klimatických poměrů.....	88
1.2 Základní koncepční řešení, zaregulování systémů	88
1.2.1 Stavební větrání	92
1.2.2 Hygienické větrání	92
1.2.3 Energetické zdroje	93
1.3 Popis technického řešení.....	93
1.4 Nároky na energie	99
1.5 Měření a regulace, protimrazová ochrana.....	99
1.6 Nároky na související profese	99
1.6.1 Stavební úpravy:	99
1.6.2 Silnoproud:.....	100
1.6.3 ÚT:	100
1.6.4 ZTI:	100
1.7 Protihluková a protitřesová opatření.....	101
1.8 Izolace a nátěry	101
1.9 Protipožární opatření.....	102
1.10 Montáž, provoz, údržba a obsluha zařízení	102
1.11 Závěr	109
2 Specifikace.....	110
3 Schéma MaR.....	114
Závěr	117
Seznam použitých zdrojů.....	118
Seznam použitých zkratk a symbolů.....	119
Seznam použitých obrázků	120
Seznam použitých tabulek	121
Seznam použitých grafů.....	122
Seznam příloh	123

Úvod

Obor vzduchotechniky se zabývá především tvorbou vnitřního prostředí neboli interním mikroklimatem. Základem je výměna vzduchu v dané místnosti za vzduch patřičně upravený na požadovanou kvalitu. Klimatizace jsou důležité pro tvorbu vnitřní tepelné pohody. Klimatizací se především chladí, může docházet i k vlhkostní úpravě vnitřní pobytové místnosti, kde vznikají teplotní zisky při prostupu slunečního svitu prosklenými plochami a při provozu technologie specifické pro užívání dané místnosti (počítače, monitory, tiskárny apod.). [1] Dále se mohou chladit průmyslové a potravinářské objekty, kde jsou požadavky na nízkou teplotu, například u mražení, chlazení a místností pro skladování potravin.

Poptávka po zajištění vysoké kvality vnitřního mikroklimatu a optimálních podmínek pro pobyt lidí v uzavřených prostorech tedy stále roste. Z těchto důvodů se obor vzduchotechniky stal jedním ze zásadních součástí dnešního stavebnictví. Bakalářská práce se proto bude zabývat problematikou využití a regulace chladiv. Cílem práce je zmapovat oblast vzduchotechniky v teoretické rovině a následně navrhnout systém teplovzdušného větrání a chlazení administrativního objektu. [1]

Bakalářská práce bude rozdělena na tři části, a to na část teoretickou, výpočtovou a projektovou. Teoretická část se bude skládat ze dvou oddílů. První oddíl nabídne přehled druhů chlazení a způsobů jejich fungování. Následující oddíl se bude zabývat druhy chladiv, jejich vlastnostmi a v závěru i jejich omezením v souvislosti s ochranou životního prostředí. Výpočtová a projektová část obsahuje veškeré výpočty, které jsou nezbytné ke kompletnímu návrhu vzduchotechnického a klimatizačního zařízení. Tato část obsahuje výpočet tepelných ztrát, tepelné zátěže objektu, návrh distribučních prvků, VZT jednotek, dimenzování potrubí apod.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

A. TEORETICKÁ ČÁST

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Marek Kotas

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Ondřej Jelínek, Ph.D.

BRNO 2019

1 Úvod

Obor vzduchotechniky vychází z teoretických poznatků i aplikovaného a technického vývoje. I pro tuto bakalářskou práci tedy bude důležité shrnout teoretické principy, na kterých tento obor staví. Teoretická část práce obsahuje dvě kapitoly, přičemž první z nich popíše fungování chlazení, přiblíží jednotlivé druhy chlazení a bude se zabývat i fungováním chladících okruhů a jejich komponentů. Kromě výše zmíněného jsou zásadní součástí oblasti vzduchotechniky například i právní předpisy pro prostředí budov, estetická složka prostředí či ekologické požadavky. [1] Právě ochranou životního prostředí prostřednictvím aktuálních právních předpisů omezující užívání chladiv se bude zabývat poslední kapitola teoretické části této práce.

2 Chlazení

Tato kapitola se bude zabývat druhy chlazení a jejich vlastnostmi. Klimatizace se používají v souvislosti s vyššími nároky na vnitřní prostředí. Je to úprava vzduchu zajišťující čistotu, teplotu a vlhkost vzduchu v místnostech s klimatizačním zařízením. Nezbytná je v objektech s velkým podílem prosklených ploch, kde převážně v letních měsících vzniká velká teplotní zátěž. Návrh klimatizačního zařízení je náročný, musí se respektovat řada faktorů, především požadavky hygienické a ekonomické. Základ tvoří čtyři úpravy vzduchu: chlazení, ohřev, vlhčení, odvlhčení. Klimatizace zajistí dle potřeby tyto funkce:

1. výměnu znehodnoceného vzduchu z místnosti za vzduch vnější, dále odvod vzduchu vnitřního s obsahem škodlivin;
2. filtrace vzduchu a další úpravy (sterilizace, ionizace);
3. chlazení nebo ohřev vzduchu = úprava teploty vzduchu;
4. zvlhčení nebo odvlhčení vzduchu = úprava vlhkosti vzduchu. [1]

Soubor technických prvků tvoří klimatizační systém. Rozhodující pro tvorbu vnitřního prostředí je technické provedení a volba teplonosných látek. Tyto systémy dělíme na vzduchové, chladivové nebo kombinované. Dále dělíme klimatizace dle účelu na:

- komfortní klimatizační zařízení, která slouží k tvorbě vnitřního prostředí pro lidi pobývající v určitém prostoru;

- technologická klimatizační zařízení, která slouží k utváření vnitřního prostředí nutného k technologickým procesům. [1]

2.1 Druhy chlazení

2.1.1 Vzduchové systémy

Teplonosnou látkou, která zprostředkovává přenos chladu nebo tepla mezi zdrojem a klimatizačním prvkem v cílové místnosti k pokrytí tepelných zisků, je vzduch vedený v potrubním systému. Výhodou těchto systémů je jejich údržba, jelikož mají oproti vodním systémům snížené nároky na případnou filtraci. Zároveň v nich nebují mikroorganismy, které mohou narušovat kvalitu vnitřního prostředí. Zásadní nevýhodou vzduchu je jeho malá tepelná kapacita oproti ostatním teplonosným látkám, jako je například voda. Proto jsou k přenosu tepelné energie nutné větší průtoky. Z toho vyplývá, že k zajištění vnitřního prostředí jsou nutné větší výměny vzduchu a s nimi spojená vyšší rychlost proudění vzduchu. Podmínkou je zejména zajištění rozměrného potrubí, kterým je dopravován vzduch mezi strojovnou a klimatizovanou místností. Vyskytuje se v řadě variant:

- s ústřední strojovnou,
- jednotkové systémy (méně časté).

Dle rychlosti v průřezu rozeznáváme systémy:

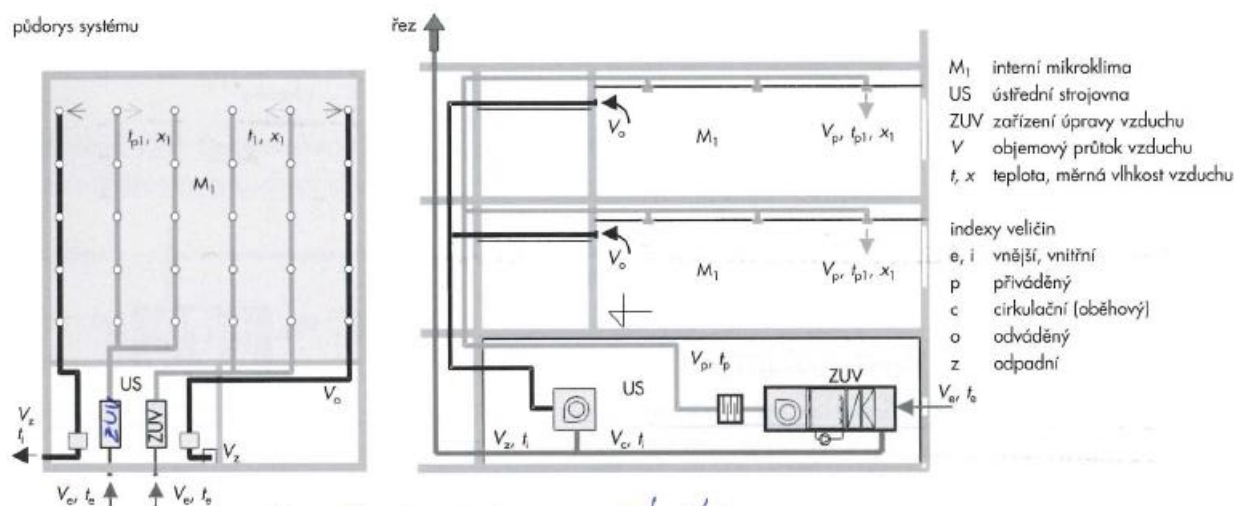
- nízkotlaké (ústřední, zónové, jednotkové),
- vysokotlaké (jednotkové, dvoukanálové). [1]

2.1.1.1 Nízkotlaké ústřední vzduchové systémy

Úprava vzduchu probíhá ve strojovně, poté se vzduch rozvádí do jednotlivých místností se stejnou úrovní mikroklimatu. Rychlost v potrubí dosahuje do 10 m/s. Typické řešení pro tyto systémy je ústřední strojovna a následný rozvod vzduchu pomocí potrubní sítě s koncovými prvky. Zařízení pro úpravu vzduchu (ZUV) nám upravuje vzduch na požadovanou úroveň vnitřního mikroklimatu. Dalšími možnostmi ústředního vzduchového systému jsou systémy s proměnným průtokem vzduchu a proměnnou teplotou přírodního vzduchu. Tyto proměnné průtoky a teploty umožňují regulaci tepelného výkonu systémů a intenzit výměny vzduchu v obsluhovaných místnostech.

Odpadní vzduch se samostatně odvádí vzduchovody a vyfukuje do exteriéru. Systémy se uplatňují především ve velkých místnostech občanských, průmyslových a zemědělských objektů s větším podílem vnějšího vzduchu. Například:

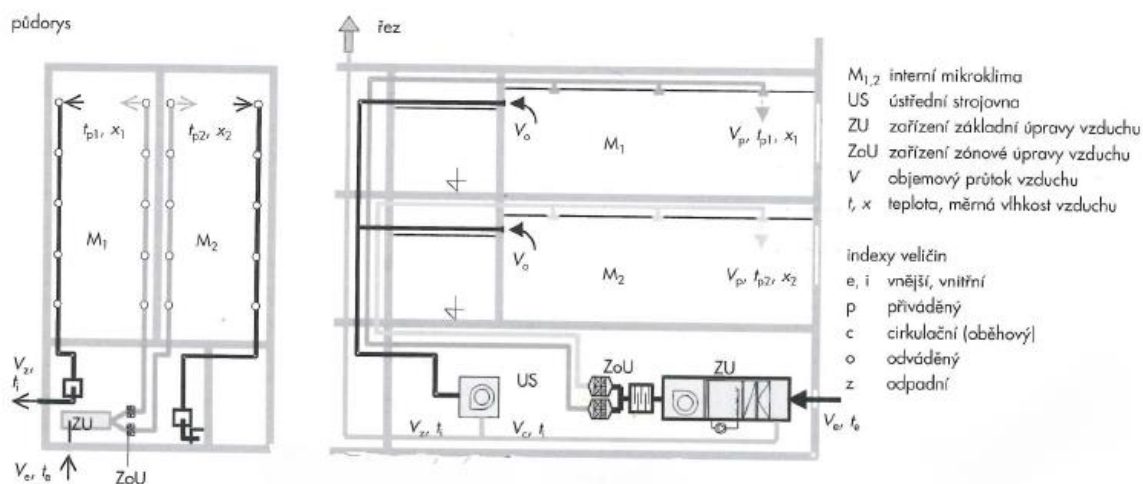
- koncertní a konferenční sály, divadla, kina, restaurace, obchodní domy, jídelny;
- pracovní prostory, laboratoře;
- výrobní prostory, objekty chovu zvířat. [1]



Obr.1: Ústřední vzduchový klimatizační systém [1]

2.1.1.2 Zónové vzduchové systémy

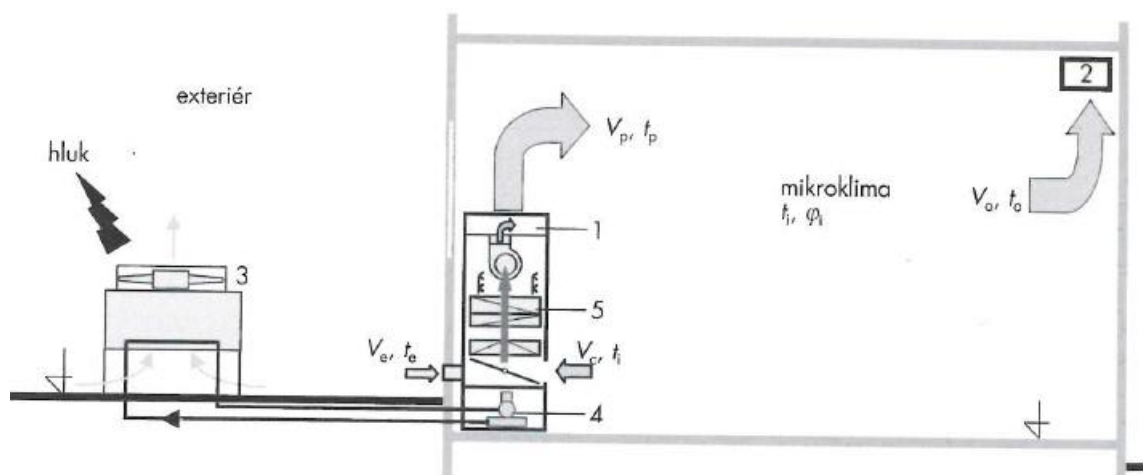
V těchto systémech je nositelem tepelné energie pro pokrytí tepelné zátěže i ztrát vzduch. Vzduch se upravuje v ústřední strojovně, odkud se rozvádí do jednotlivých obsluhovaných místností nebo zón se stejnou úrovní mikroklimatu. Základní úprava přiváděného vzduchu proběhne v sestavné jednotce, požadovanou úroveň mikroklimatu zajistí doplňkové zařízení. Odpadní vzduch se z místnosti odvádí samostatným potrubním rozvodem. V zimě je před výfukem znehodnoceného vzduchu vhodné použít zařízení pro recyklaci tepla. Díky tomu bude využita tepelná energie odváděného vzduchu pro ohřátí vnějšího přiváděného vzduchu. [1]



Obr. 2: Zónový klimatizační systém [1]

2.1.1.3 Decentrální vzduchové systémy

Základním rozdílem oproti ústředním systémům je úprava vzduchu přímo v klimatizované místnosti. Tyto systémy mají několik typických prvků. Prvním z nich jsou klimatizační jednotky s děleným chladicím zařízením, které se nazývá systém split. Jedná se o kompresor s kondenzátorem, který je vzduchem chlazený a umístěný v exteriéru, výparník je součástí vnitřní jednotky. Další jsou klimatizační jednotky s kompaktním chladicím zařízením. Ty mohou být v provedení se vzduchem nebo vodou chlazeným kondenzátorem. Jednotky se vzduchem chlazeným kondenzátorem vyžadují přívod vnějšího vzduchu pro chlazení kondenzátoru chladicího zařízení. Pro vyšší chladicí výkony je řešení přívodního chladicího vzduchu rozměrově náročné. Jednotky s vodou chlazeným kondenzátorem vyžadují odvod tepla kondenzátoru chladicího zařízení teplonosnou látkou, vodou. Tato voda se pak dále chladí v chladicí věži nebo v suchém chladiči. Základním klimatizačním provedením jednotek jsou fan coils, okenní, podstropní, nástěnné jednotky, apod. Tyto jednotky nepotřebují strojovnu vzduchotechniky ani potrubní síť pro vzduch. [1]



Obr. 3: Decentrální systém s kompaktní jednotkou a vodou chlazeným kondenzátorem

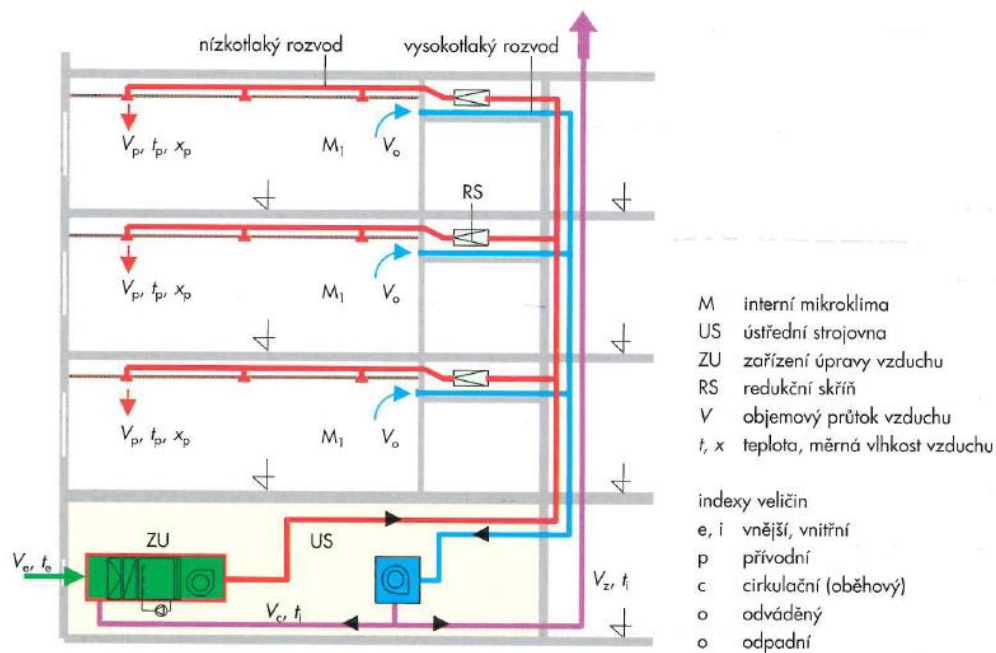
[1]

2.1.1.4 Vysokotlaké vzduchové systémy

U vysokotlakých vzduchových systémů je nositelem tepla a chladu vzduch. Rychlost dopravovaného vzduchu mezi strojovnou a cílovou místností v potrubní síti činí i více než 12 m/s. Vyšších rychlostí lze dosáhnout pomocí zmenšení průřezu potrubí, ale s vyšší rychlostí vzniká i vyšší hlučnost a provozní náklady. Vzduch je upravován v zařízení na úpravu vzduchu (ZUV) zejména ze sestavných klimatizačních jednotek s možností zpětného získání tepla. Potrubní síť tvoří část vysokotlaká a nízkotlaká. Před vstupem do klimatizované místnosti se vzduch napojí na nízkotlaké potrubí, kde se sníží jeho rychlost a utlumí hluk. [1]

2.1.1.5 Jednakanálové vysokotlaké vzduchové systémy

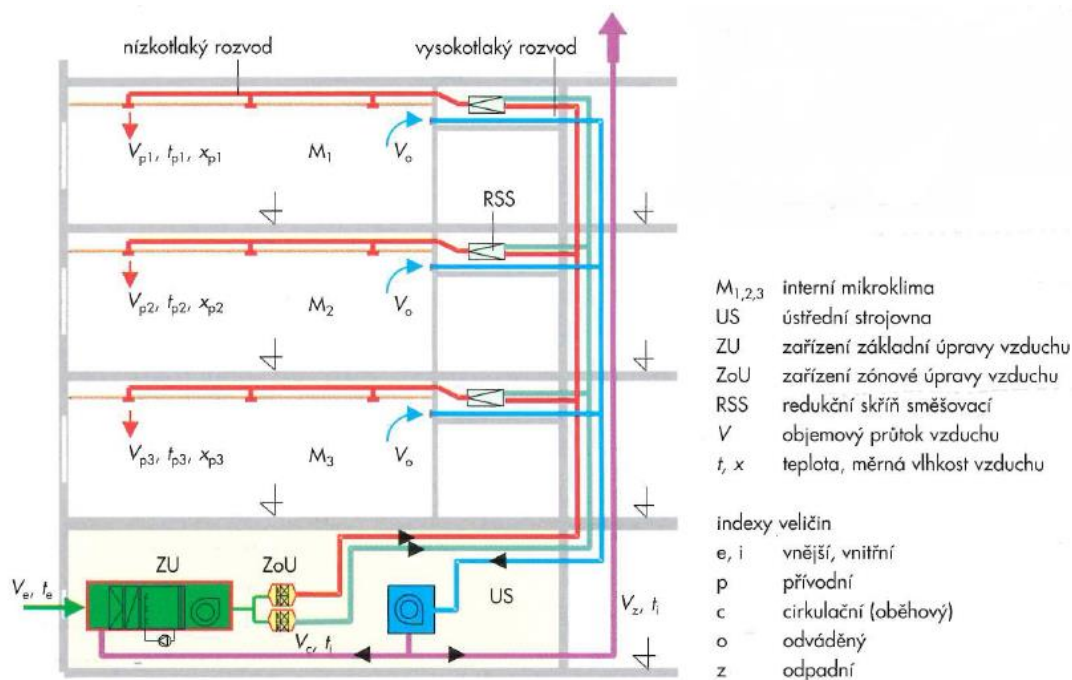
Vycházejí z nízkotlakého ústředního vzduchového systému, který je navíc vybaven redukční skříní za účelem redukce tlaku. Ve strojovně se upraví vzduch, který je pak následně dopravován vysokotlakým potrubím k cílovým místnostem, kde je uložena redukční skříň. Skříně pracují s konstantním průtokem vzduchu, ale z důvodu různých nároků na místnosti a různých tepelných zátěží jsou vhodnější skříně s proměnným průtokem vzduchu, které regulují průtok vzduchu v závislosti na podmínkách a stavu mikroklimatu. Tento systém je vhodné použít v budovách s většími místnostmi, které mají stejné požadavky na vnitřní prostředí (např. obchodní domy). [1]



Obr. 4: Jednakanálový vysokotlaký systém [1]

2.1.1.6 Dvoukanálové vzduchové systémy

Vyznačují se samostatným rozvodem teplého a chladného vzduchu přiváděného k cílovým místnostem vyšší rychlostí. Vzduch je upravován a dopravován z centrální strojovny. Před klimatizovanou místností jsou potrubí napojena na směšovací komoru. V komoře se mísí přívodní a interiérový vzduch na potřebnou teplotou odpovídající aktuálním podmínkám vnitřního prostředí. Poté se nízkotlakou distribuční částí dopravuje do klimatizovaného prostoru. Systém je výhodné použít v budovách s většími místnostmi a různými požadavky na vnitřní prostředí. [1]



Obr. 5: Dvoukanálový vysokotlaký systém [1]

2.1.2 Kombinované systémy

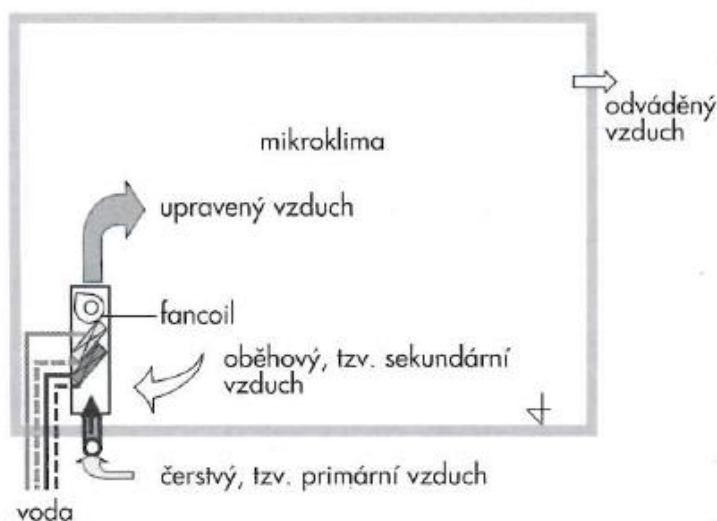
Kombinované systémy můžeme charakterizovat jako přenos se specifickým pokrytím chladu a tepla k pokrytí tepelné zátěže klimatizovaných místností. Tento přenos zprostředkovává voda a vzduch. Větší část potřeb tepla a chladu tepelných zátěží a ztrát pokryje voda, která dopravuje teplo a chlad mezi zdroji a klimatizovanými místnostmi. Voda je dopravována od zdroje tepla a chladu potrubní sítí až ke koncovým prvkům klimatizačního systému, kterými mohou být indukční jednotky, fancoily (ventilátorové konvektory), chladicí stropy (velkoplošné výměníky). Podle koncových prvků dělíme kombinované systémy na:

- kombinované s fan coily,
- kombinované indukční,
- chladicí stropy. [1]

Výměnu vzduchu v klimatizované místnosti zajistí přívodní vzduch upravený v ústřední strojovně zpravidla. Průtok vzduchu je dán minimální dávkou vnějšího vzduchu každé klimatizované místnosti. Z ekonomického hlediska se využívá oběhový vzduch, který je nasáván fan coilem nebo indukční jednotkou, kde se směšuje se vzduchem přívodním za účelem předat teplo nebo chlad. [1]

2.1.2.1 Kombinované systémy s fan coilly

Jsou osazeny v každé z klimatizovaných místností. Přívodní upravený vzduch se přivádí do fan coilů pomocí vzduchovodů z ústřední strojovny, nebo je pomocí fan coilů nasáván z vnějšího prostředí. Do směšovací komory je oběhový vzduch přiváděn ventilátorem, kde se mísí se vzduchem čerstvým a dále se pak upravuje. Výhody těchto systémů spočívají v minimalizaci průřezu potrubí, účinnějším přenosu tepla a možnosti individuálního nastavení vnitřního mikroklimatu. Nevýhodou může být jistá hlučnost způsobená zabudovaným ventilátorem. Dané systémy se uplatňují zejména v občanských stavbách (banky, správní budovy, obchody, hotely, restaurace.....). [1]

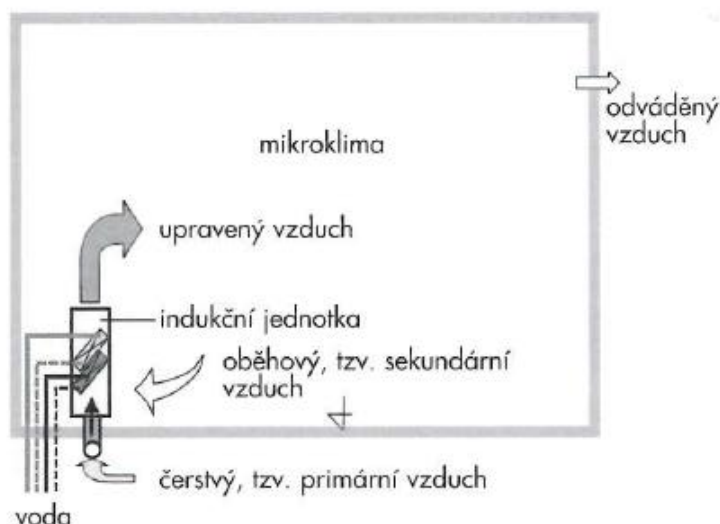


Obr. 6: Kombinovaný systém s fan coilly [1]

2.1.2.2 Kombinované systémy indukční

Do jednotky se přivede primární upravený vzduch. Průtok přiváděného primárního vzduchu by měl být konstantní pro každou obsluhovanou místnost a je důležitý pro návrh indukční jednotky. [1] Z podkladů výrobce se zjistí indukční poměr (2-6), který vychází z poměru sekundárního a primárního vzduchu. Jeho hodnota závisí především na rozdílu tlaků, který určuje výstupní rychlost, tvar a velikost otvoru. [2] Indukční jednotkou je pomocí indukce nasáván oběhový vzduch, který se směšuje s čerstvým vzduchem a dále se pak upravuje. Výhodou těchto systémů je minimalizace průřezu vzduchovodů, dále také možnost individuálního nastavení vnitřního mikroklimatu a tichý provoz jednotky. Kombinované systémy indukční se mohou

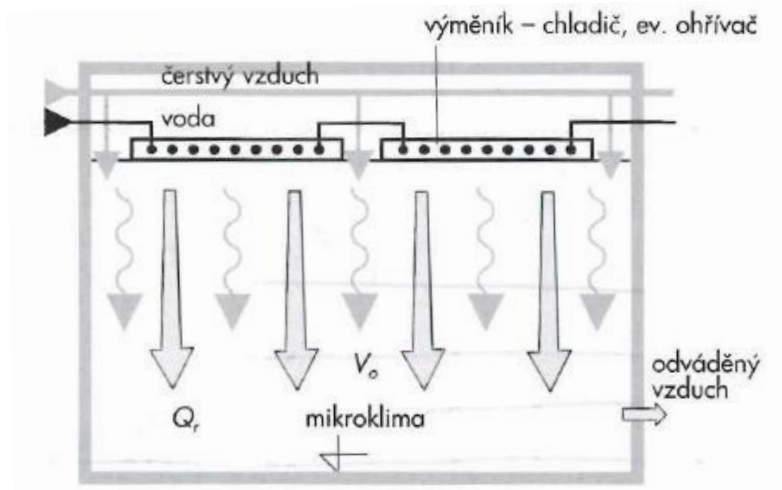
aplikovat v několika modifikacích. Jejich uplatnění je především v administrativních objektech, hotelech apod. Dnes se však používají spíše fan coils. [1]



Obr. 7: Kombinovaný systém s indukční jednotkou [1]

2.1.2.3 Systém chladících stropů

Chladící stropy tvoří prvky s velkoplošnými teplosměnnými dílci, chladicí část tvoří plochý trubkový výměník tepla zavěšený většinou pod stropem. Pokrývají velkou část tepelných zátěží a ztrát. Teplota povrchu těchto stropů se pohybuje okolo 19–20°C. Výměnu vzduchu a úpravu relativní vlhkosti zajistí systém nuceného větrání nebo dílčí klimatizace. Pokud celou tepelnou zátěž pokrývá chladící strop, pak se do klimatizovaných místností přivádí vlhkostně upravený vzduch s požadovanou teplotou. Optimálním řešením je sálání, jehož podíl převyšuje konvekční složku. Základní části tvoří: chladící strop, zdroj chladu, potrubní rozvodná síť, zařízení na úpravu vzduchu a zařízení na odvod znehodnoceného vzduchu. [1] Výhodou chladících stropů je, že neprodukují hluk, nevzniká průvan a můžeme i uspořit energie 10-30% oproti VZT. Nevýhoda spočívá v riziku vzniku kondenzace. Systémy mají menší výkon zpravidla do 100 W/m² a přenáší pouze citelné teplo. [3]



Obr. 8: Chladicí stropy [1]

2.2 Chladivové systémy

Chlazení klimatizací probíhá v chladících zařízeních, užívají se nejčastěji uzavřené oběhy postavené na vypařování chladiva. Dělíme je na kompresorová a absorpční chladicí zařízení. Teplo z ochlazované látky přechází do kapalného skupenství při nízké teplotě. Rozlišujeme chlazení přímé a nepřímé dle odebrání ochlazované látky, která je odebrána přímo chladivem nebo prostřednictvím další cirkulující teplotonosné látky. Chladicí okruh se skládá ze 3 typů:

- výměník tepla – probíhá v něm přenos tepelné energie bez přívodu mechanické energie z vnějšku;
- kompresor – přeměna tepelné energie v mechanickou a naopak;
- expanzní ventil (kapilární trubice, expanzní turbína) – snížení tlaku pracovní látky pomocí škrcení. [1]

Zkapalnění chladiva je zajištěno vyšším tlakem, než při jakém došlo k vypařování.

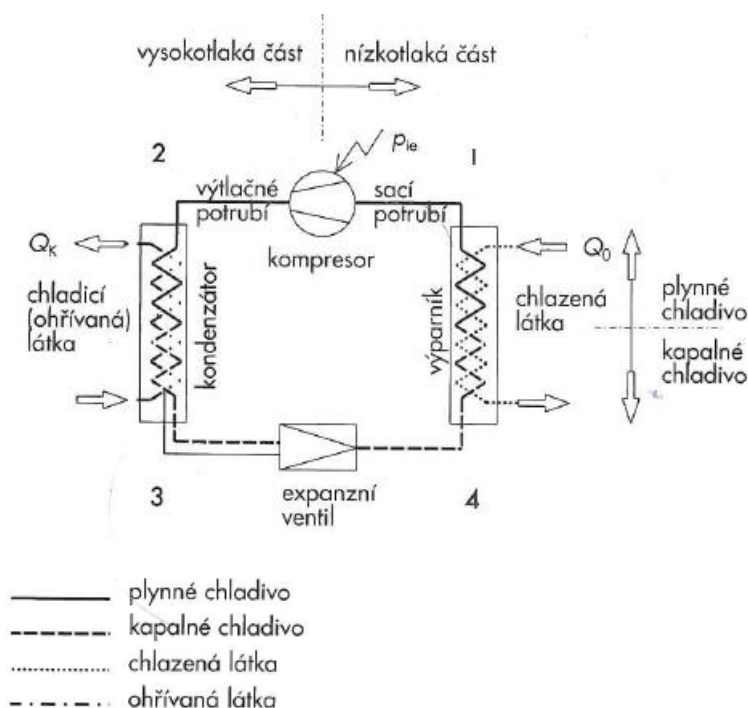
Dosáhnout vyššího tlaku, za kterého se bude chladivo zkapalňovat, lze následovně:

- pomocí kompresorového chladicího zařízení tzv. parního oběhu;
- pomocí paroproudého chladicího zařízení tzv. proudového oběhu;
- pomocí absorpčního chladicího zařízení. [1]

2.2.1 Kompresorový chladicí okruh

Obsahuje čtyři hlavní části: kompresor, výparník, kondenzátor a expanzní ventil (škrcení).

Na obrázku číslo 9 lze pozorovat přívod tepelného toku Q_0 chlazenou látkou do výparníku, kde se chladivo vypařuje při určité teplotě t_0 a tlaku p_0 . Dále je nasáváno kompresorem. Následuje stlačení na tlak p_k přicházející páry do kondenzátoru, kde je parám odebrán tepelný tok Q_k - kondenzují. [1]



Obr. 9: Uzavřený kompresorový okruh [1]

2.2.1.1 Kompresor

V chladivovém okruhu má dva úkoly, a to odsávat páry z výparníku a stlačovat je na kondenzační tlak. Kompresory dělíme na objemové a rychlostní. U objemových kompresorů se stlačení plynu dosahuje zmenšením prostoru, u rychlostních se stlačení plynu dosahuje přeměnou kinetické energie na tlakovou. Nejčastěji používané objemové kompresory jsou pístové, spirálové a šroubové. Dále se kompresory dělí dle druhu stlačované látky, počtem stupňů a oblastí tlaků, při kterých kompresor pracuje. Rychlostní kompresory jsou proudové stroje, které urychlí stlačovaný plyn a přeměnění získanou kinetickou energii při následném snížení rychlosti na statický tlak. Použití jednotlivých kompresorů závisí jak na způsobu výroby chladu, tak na druhu použitého chladiva. [1]

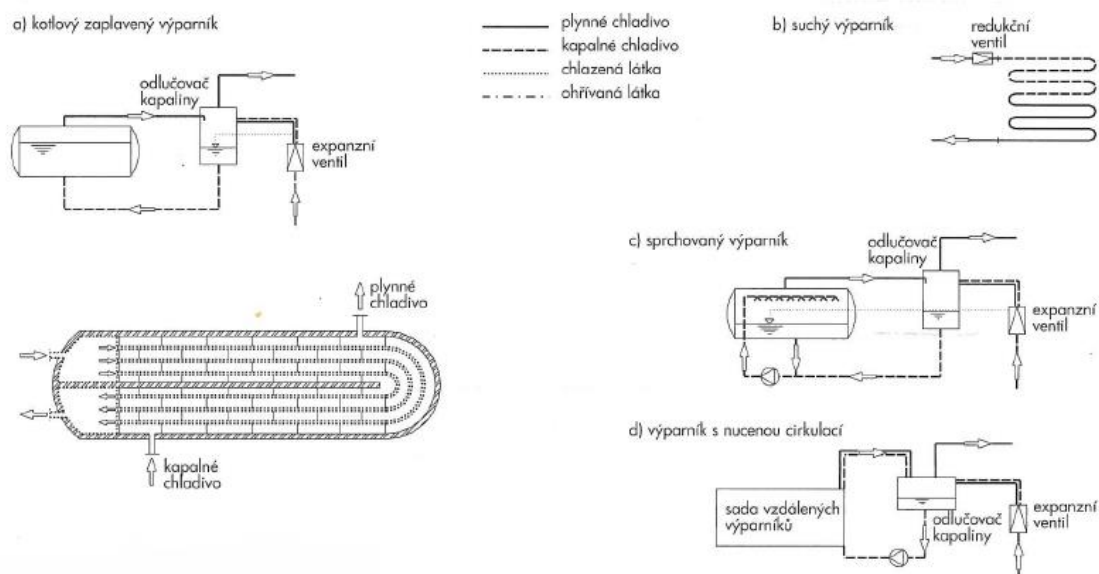
2.2.1.2 Výparník

Je to výměník tepla, ve kterém se předává teplo chladivu. Rozeznáváme několik druhu výparníků:

- výparník na chlazení kapalin, především vody a solanek;
- výparník na chlazení plynů, převážně vzduchu, s přirozenou nebo umělou konvekcí;
- speciální výparníky pro specifické technologické procesy (výroba binárního ledu, chlazení a zamrazování potravin, systémy ledových ploch). [1]

Dále rozeznáváme výparníky dle styku kapalného chladiva s teplosměnnou plochou:

- zaplavené výparníky – teplosměnnou plochu zajišťují trubky nebo desky s ochlazovanou kapalinou, které jsou ponořené do prostoru zaplněného trvale do určité výšky kapalným chladivem. Tento systém je výhodný hlavně z důvodu využití velké plochy. Z toho vyplývající nevýhodou je velký objem náplně, a tím i velká setrvačnost a vliv sloupce chladiva na teplotu výparníku;
- suché výparníky – v nich proudí ochlazovaná tekutina uvnitř trubek. Výhodou je malý objem náplně, dále eliminace hydrostatického tlaku, regulace výkonu zastavením přívodu chladiva a snadné odstranění oleje z chladiv;
- sprchové výparníky – plní svoji funkci tak, že přivádí chladivo shora na teplosměnnou plochu ve 4–8krát větším množství, než je vypařováno. Chladivo stéká po ploše, část z něj se vypaří a zbývající část chladiva steče na sběrné místo, kde bude čerpadlem recirkulováno. Výhodou je zmenšení náplně chladiva i odstranění vlivu hydrostatického tlaku. Nevýhodou je použití čerpadla pro recirkulování chladiva;
- výparník s nucenou cirkulací chladiva – chladivo zde cirkuluje ve 3–6krát větším množství, než je objem vypařeného chladiva. Výhodný je pro použití do systémů s dlouhými trubními rozvody nebo při komplikovaných rozvodech chladiva do různých výšek. [1]



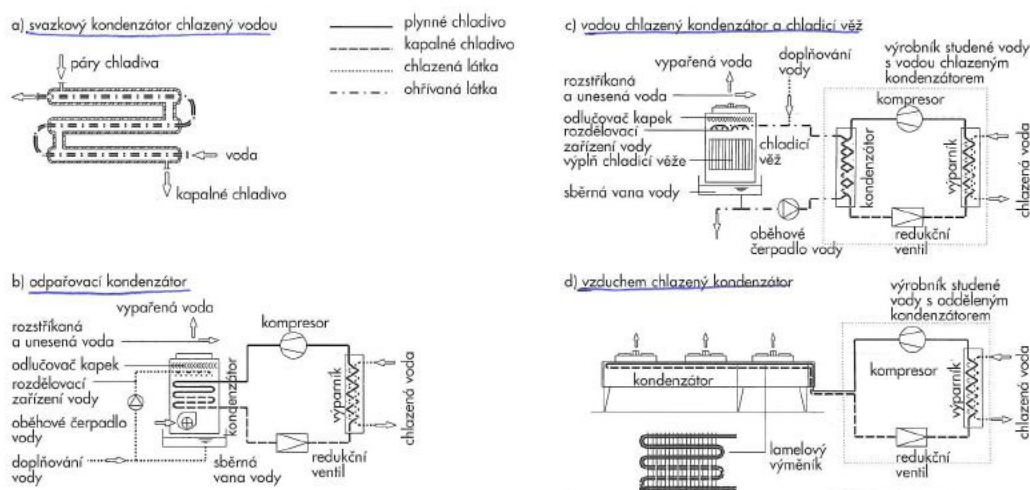
Obr. 10: Druhy výparníků [1]

2.2.1.3 Kondenzátor

Je to výměník tepla v okruhu chladiva. Chladivům v kondenzátorech ve formě páry je stlačením odnímáno teplo, přičemž pára zkapalní. Vzniklé teplo se odvádí do vody nebo přímo do vzduchu, popřípadě do jiné látky. Páry do kondenzátoru vstupují přehřáté, zde se ochlazují na kondenzační teplotu, a poté zkapalňují a jsou dále podchlazovány. Chladivo tedy prochází třemi zónami s rozdílnou teplotou a rozdílným stavem skupenství, ale se stejným tlakem. Dle patřičné konstrukce a druhu látek, jimiž jsou chlazeny, dělíme kondenzátory na:

- kondenzátory vodou chlazené – jsou časté u systémů s nižšími výkony. Dle konstrukce jsou ponorné, dvoutrubkové, svazkové, kotlové stojaté a ležaté. Jsou tvořeny válcovým pláštěm, kde je uložena jedna trubka nebo svazek několika trubek. Pro zpětné chlazení vody se používají chladicí věže, vzduchové rekuperační chladiče nebo chladicí rybníky;
- kondenzátory vzduchem chlazené – používají se pouze u malých chladících výkonů. Pro větší výkony se používají kondenzátory s nuceným prouděním vzduchu. Oba typy mají malý součinitel přestupu tepla, z tohoto důvodu je třeba rozšiřovat teplosměnnou plochu. V chladícím zařízení je potřeba sledovat vliv proměnlivé teploty chladícího vzduchu na kolísání tlaku kondenzace;

- kondenzátory sprchové – teplosměnnou plochu tvoří vodorovné nebo svislé svazky trubek. Uvnitř trubek dochází ke kondenzaci chladiva. Po vnějším povrchu trubek stéká voda a dále se odpařuje;
 - kondenzátory odpařovací – teplonosnou plochu tvoří svazek vodorovných hladkých či žebrových trubek, který je sprchovaný vodou a uzavřený ve skříni.
- [1]



Obr. 11: Druhy kondenzátorů [1]

2.2.1.4 Škrtící prvek

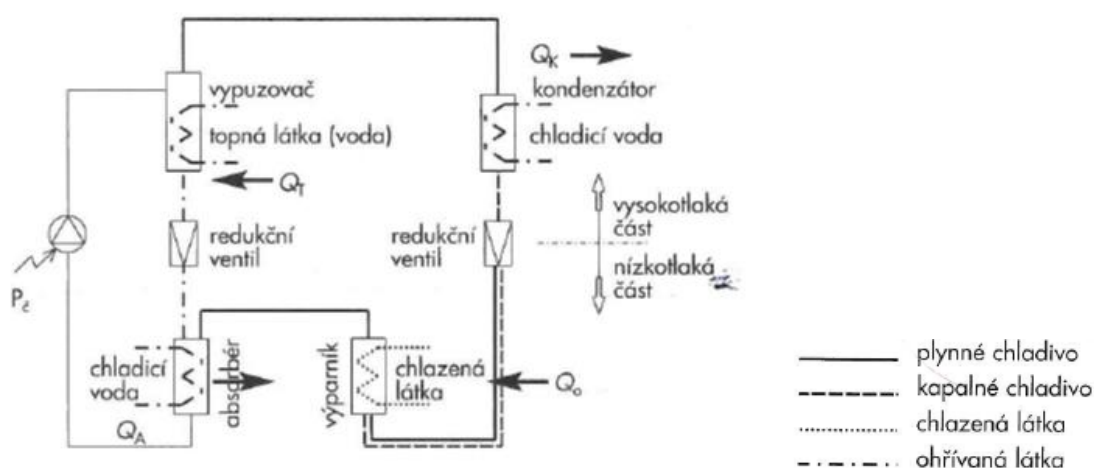
Ve škrtícím prvku, jako je třeba expanzní ventil, dochází k podstatnému zúžení průtočného průřezu v jednom místě nebo v kapilární trubici, kde je škrcení zajištěno dostatečnou délkou trubice. Při škrcení dochází k izoentalpickému pochodu. Rozeznáváme několik základních druhů:

- kapilární trubice – je to nejjednodušší způsob škrcení. Průměr trubice se pohybuje okolo 0,4–2 mm, s minimální délkou 2 m. Používá se spíše u malých chladicích zařízení s výkonem do 10 kW. Náplň musí být přesně určena;
- automatický expanzní ventil – tento ventil, kromě redukce tlaku, také redukuje hmotnostní tok chladiva ve výparníku, aby byl během provozu vypařovací tlak konstantní. Vypařovacího tlaku je dosaženo regulačním šroubem na ventilu. Je vhodný pro menší zařízení s jedním výparníkem a stabilním teplým zařízením;

- termostatický expanzní ventil – na výstupu z výparníku udržuje páry neustále přehřáté o 5–7°C. Používá se u suchých výparníků. U menších výparníků se používá s vnitřním vyrovnáváním tlaku. U velkých výparníků se využívá vnějšího vyrovnání tlaku, aby nedocházelo k velkému přehřátí par. Na sacím potrubí je umístěno teplotní čidlo;
- elektronický expanzní ventil – obsahuje elektrický regulátor, který zpracovává několik údajů o výparníku, které dále zpracovává. Následně vyhodnocuje možné přehřátí výparníku a řídí provoz expanzního ventilu. [1]

2.2.2 Absorpční chladicí okruh

U těchto typů chladicích okruhů je stlačování par chladiva nahrazeno cyklem absorpce a vypuzování. Zbylé části jsou podobné jako u kompresorového chladicího okruhu. Chladivo je vypařováno v absorbér, kde je následně pohlceno kapalinou. Tato směs je čerpadlem dopravována do vypuzovače, kde je uváděna do varu. Chladivo, které má nižší teplotu varu, se přitom uvolňuje jako přehřátá pára a odvádí se do kondenzátoru. Absorpční chladicí okruh tedy obsahuje dva okruhy, a to okruh chladiva a okruh směsi. Chladicí faktor se vyjádří z poměru chladicího výkonu a tepla dodaného do vypuzovače. Chladicí faktor se pohybuje kolem 0,6–0,75. Hlavní nevýhodou těchto okruhů je jejich energetická náročnost. Výhodami je tichý provoz a jednoduchá regulace chladicího výkonu. Využívá se především v průmyslu, kde je velké množství odpadního tepla. [1]



Obr. 12: Absorpční okruh [1]

3 Chladiwa

Tato kapitola se bude zabývat druhy chladiw, jejich vlastnostmi a dopadem na životní prostředí. Pomocí chladiwa v chladícím zařízení se uskuteční výměna tepla mezi jednotlivými látkami, přičemž chlazená látka předá teplo ohřívané látce, která má vyšší teplotu a tlak. Základní vlastnosti těchto látek jsou:

- tepelné vlastnosti – tlaky, objemová chladivost, termodynamické vlastnosti;
- fyzikální vlastnosti – rozpustnost s oleji a ve vodě, elektrické vlastnosti;
- chemické vlastnosti – reakce s konstrukčními prvky, chemická stabilita, hořlavost a výbušnost;
- působení na lidský organismus;
- vliv na životní prostředí – potenciální úbytek ozonové vrstvy a tvorba skleníkových plynů;
- cena a dostupnost; [1]

3.1 Označování chladiw

Chladiwa jsou označována písmenem R dle normy ISO a dále číselným označením, které představuje počty atomů uhlíku, vodíků a fluoru. [1]

3.1.1 Halogenové uhlovodíky

Tato chladiwa se označují písmenem R a počtem atomů xyz:

- X počet atomů uhlíku mínus jeden,
- Y počet atomů vodíku plus jeden,
- Z počet atomů fluoru. [1]

Pokud je v prvku obsažen atom chloru, jeho počet atomů se neuvádí, ale zjistí se výpočtem původního nasyceného uhlovodíku ze vzorce C_nH_{2n+2} . Pokud prvek obsahuje atom bromu, píše se za číselné označení písmeno B pro rozlišení. [1]

3.1.2 Binární směsi

Dle chování při změně skupenství se dělí do dvou skupin na azeotropní a zeotropní:

- azeotropní R 5xx – má stejné složení jak kapaliny, tak páry. Chová se jako jednosložkový roztok;
- zeotropní R 4xx – obsah látek ve vroucí kapalině a syté páře se mění s teplotou podle fázové křivky rovnováhy. [1]

3.1.3 Ostatní chladiva

Začínají písmenem R a dále pokračují číslem 7xx, kde na místo písmen xx náleží molová hmotnost daného chladiva. [1]

3.2 Základní druhy chladiv

3.2.1 Voda (H_2O)

Pro oblast používaných teplot má nízký tlak 0.6–1.2 kPa. Má největší hmotnostní chladivost ze všech používaných látek, ale má velmi nízkou objemovou chladivost. [4] Používá se pro teploty nad nulou. Chladivo se označuje jako R 718. [1]

3.2.2 Čpavek (NH_3)

Využití pro parní a sorpční okruhy. Rozsah teplot se pohybuje mezi -50 až +50°C. Na rozdíl od vody je jeho výhodou vysoká objemová chladivost. Nevýhodami je jeho výbušnost a hořlavost. [4] Dále je velmi jedovatý, ale díky pronikavému zápachu je lehké ho rozpoznat dříve, než by mohl být zdraví nebezpečný. Čpavek je lehčí než vzduch, proto se odsávání v ohrožených místnostech volí při stropu. Je také lehčí než olej a nerozpouští se v něm, proto je možné olej odpouštět ode dna nádob. Cirkulující olej tedy nesnižuje chladivost a tlakovou ztrátu. Při smíšení s vodou napadá neželezné kovy jako je zinek, stříbro, měď a slitiny z mědi. Zásadní výhodou tohoto chladiva je, že nenarušuje ozónovou vrstvu, a tudíž nemá přímý vliv na skleníkový efekt. Pro účely klimatizace se používá zpravidla v kruzích s nepřímým chlazením. Označení chladiva R 717. [1]

3.2.3 Oxid uhličitý (CO_2)

Tento typ chladiva je oblíbený pro svou bezpečnost a netečnost. Nevýhodou jsou vysoké pracovní tlaky (7-9 MPa) a jejich nevhodný návrh. Dnes už se používají jen zřídka a spíše jako suchý led. [4]

3.2.4 Uhlovodíky

Jsou to například metan, etan, propan a etylen. Pro své vlastnosti (výbušnost a hořlavost) se používají takřka jen v chemickém a petrochemickém průmyslu, kde se pracuje s podobnými látkami. [4]

3.2.5 Halogenové uhlovodíky

Jsou to prvky, které mají alespoň jeden atom vodíku nahrazen halogenovými prvky, a to například chlorem, fluorem či bromem. Prvky jsou odvozeny od metanu nebo etanu. Výhodami halogenových chladiv jsou termodynamické a přenosové vlastnosti, zpravidla jsou nejedovaté, nehořlavé a nevýbušné. Ve většině případů jsou neomezeně rozpustné v oleji a tucích. Nevýhody těchto chladiv spočívají ve velké prolínavosti a vysokých výrobních nákladech. Nedostatkem je i jejich špatná rozpustnost ve vodě, která způsobuje problémy především ve škrtícím prvku okruhu. Hlavní nevýhodou však je negativní vliv na ozónovou vrstvu, a s tím spojená tvorba skleníkového efektu. Hlavními viníky těchto negativních vlastností jsou chlor s bromem, kteří nahrazují molekuly vodíku. [1]

3.2.6 Vodní roztoky

Dělí se do dvou skupin roztoků:

- Vodní roztoky solí – nevýhodou těchto roztoků je, že to jsou žíraviny, proto se dbá na bezpečnostní opatření při návrhu. Nejčastěji používaný zástupce CaCl_2
- Vodní roztoky organických látek – mohou se používat pro nízké teploty až do -50°C . K zástupcům patří například: metylalkohol, etylalkohol, propylenglykol, glycerin a další. [1]

3.3 Omezení chladiv

3.3.1 Chladiva zakázaná

Chladiva a jejich použití omezuje tzv. Montrealský protokol, který zakazuje využívání především halogenových uhlovodíků na základě ODP (relativní množství poškození ozónové vrstvy, jaké může být látkou způsobeno) odvozujeme jej od $\text{R11}=1$. [5] Tato chladiva se vyráběly v 30. letech 20. století v USA. U těchto chladiv jsou všechny atomy vodíku nahrazeny chlorem nebo fluorem. Tyto sloučeniny se nazývají

CFC (ChloroFluoroCarbons). Jinak se jim také říká freony. Nejvíce se rozšířily chladiva s označením R 12, R 11 a směs R 502. Jelikož poškozují ozónovou vrstvu, jsou Montrealským protokolem zakázány. Od 1. ledna 1996 mohou být pro servis starších zařízení použita pouze recyklovaná CFC chladiva nebo zbývající zásoby. [1]

Vliv na životní prostředí

- ODP – potenciál vyčerpávání ozónové vrstvy, kterou má za příčinu halogenové uhlovodíky (Cl, Br). Dnes musí mít všechna chladiva hodnotu ODP=0.
- GWP – potenciál způsobování globálního oteplování (vliv chladiva) mají za následek skleníkové plyny CO₂, metan, N₂O, některé fluorované uhlovodíky a neúplně fluorované uhlovodíky. [4]

Regulované látky	Látka		Skupina	ODP	GWP
	Chladiva CFC				
	R11	CFCl ₃	Skupina I	1,0	4000
	R12	CF ₂ Cl ₂		1,0	8500
	R113	C ₂ F ₃ Cl ₃		0,8	
	R114	C ₂ F ₄ Cl ₂		1,0	
	R115	C ₂ F ₅ Cl		0,6	
	R13	CF ₃ Cl	Skupina II	1,0	
	Směsi obsahující CFC chladiva				
	R500	R12 / R152a 73,8 / 26,2%		0,605	
	R502	R22 / R115 48,8 / 51,2%		0,221	16200
	R503	R23 / R13 40,1 / 59,9%		0,599	

Výroba, dovoz a prodej nebo užívání CFC chladiv a výrobků obsahující CFC látky je zakázána.

Tab. 1: Zakázaná chladiva freonová [6]

3.3.2 Chladiva přechodná

Jsou to částečně chlorované a fluorované uhlovodíky, kterým se také říká měkké freony. Označují se zkratkou HCFC (HydroChloroFluoroCarbons). Oproti CFC mají v molekule atom vodíku, který způsobuje, že jsou v atmosféře rychleji rozkládány. Ve výsledku tedy daná chladiva méně poškozují ozónovou vrstvu a nepřispívají tolik k tvorbě

skleníkového efektu. Jejich hlavním zástupcem je chladivo R 22, které částečně nahradilo zakázaná chladiva skupiny CFC. [1]

Regulované látky *	Látka		Skupina	ODP	GWP
	Chladiva HCFC				
	R22	CHF ₂ Cl	Skupina VIII	0,055	1700
	R123	C ₂ HF ₃ Cl ₂		0,020	
	R124	C ₂ HF ₄ Cl		0,022	620
	R142b	CH ₃ CF ₂ Cl		0,065	2400
	Směsi obsahující HCFC chladiva				
	R401A	R22 / R152a / R124	53 / 13 / 34%	0,037	1130
	R401B	R22 / R152a / R124	61 / 11 / 28%	0,040	1220
	R402A	R22 / R125 / R290	38 / 60 / 2%	0,021	2690
R402B	R22 / R125 / R290	60 / 38 / 2%	0,033	2310	
R403A	R22 / R218 / R290	75 / 20 / 5%	0,040	2520	
R403B	R22 / R218 / R290	56 / 39 / 5%	0,031	4310	
R408A	R22 / R143a / R125	47 / 46 / 7%	0,026	3020	
R409A	R22 / R142b / R124	60 / 15 / 25%	0,048	1540	
R409B	R22 / R142b / R124	65 / 10 / 25%	0,050	1270	

Od 1.1. 2004 zákaz použití látek HCFC ve všech nových zařízeních.
Od 1.1. 2010 zákaz použití nových látek HCFC (nově vyrobeného chladiva) pro údržbu a servis stávajících zařízení. Smí se používat jen staré recyklované, nebo regenerované látky HCFC.
Od 1.1. 2015 zákaz používání zařízení s těmito HCFC látkami.

Tab. 2: Regulovaná chladiva [6]

3.3.3 Alternativní chladiva

Jsou to částečně fluorované uhlovodíky. Označují se zkratkou HFC (HydroFluoroCarbons). Hlavní výhodou pro použití těchto chladiv je jejich krátká životnost v atmosféře, a tím i nízký podíl na tvorbě skleníkového efektu. Typickým představitelem těchto chladiv je chladivo R 134a (jednosložkové chladivo azeotropní) a další směsi R 404A, R 407A/B/C, R 507, R 508 (zeotropní chladiva). [1]

chladiwa
uhlovodíkových plynů
částečně fluorované a
neobsahující chlor

R 134a –
jednosložko
vé, velmi
dobré
termodyna
mické
vlastnosti
R407c –
směs R
134a/R
125/R 32,
R410a/c –
binární
směs R 125
a R32

Látka		ODP	GWP
Chladiwa HFC			
R23	CHF ₃	0	12000
R32	CH ₂ F ₂	0	550
R125	C ₂ HF ₅	0	3400
R134a	CH ₂ FCF ₃	0	1300
R152a	C ₂ H ₄ F ₂	0	120
R143a	C ₂ H ₃ F ₃	0	4300
R227ea	C ₃ HF ₇	0	3500
R236fa	C ₃ H ₂ F ₆	0	9400
Směsi obsahující HFC chladiwa			
R404A	R125 / R134a / R143a	44 / 4 / 52%	0 3780
R407A	R32 / R125 / R134a	20 / 40 / 40%	0 1990
R407B	R32 / R125 / R134a	10 / 70 / 20%	0 2700
R407C	R32 / R125 / R134a	23 / 25 / 52%	0 1650
R410A	R32 / R125	50 / 50%	0 1980
R417A	R125 / R134a / R600	46,6 / 50,0 / 3,4%	0 2240
R422D	R125 / R134a / R600	65,1 / 31,5 / 3,4%	0 2620
R427A	R32 / R125 / R143a / R134a	15 / 25 / 10 / 50%	0 2010
R437A	R134a / R125 / R600 / R601	78,5 / 19,5 / 1,4 / 0,6%	0 1680
R507	R125 / R143a	50 / 50%	0 3300
R508A	R23 / R116	39 / 61%	0 11940
R508B	R23 / R116	46 / 54%	0 11950

Tab. 3: Alternativní chladiwa [6]

3.4 Právní předpisy upravující používání chladiw

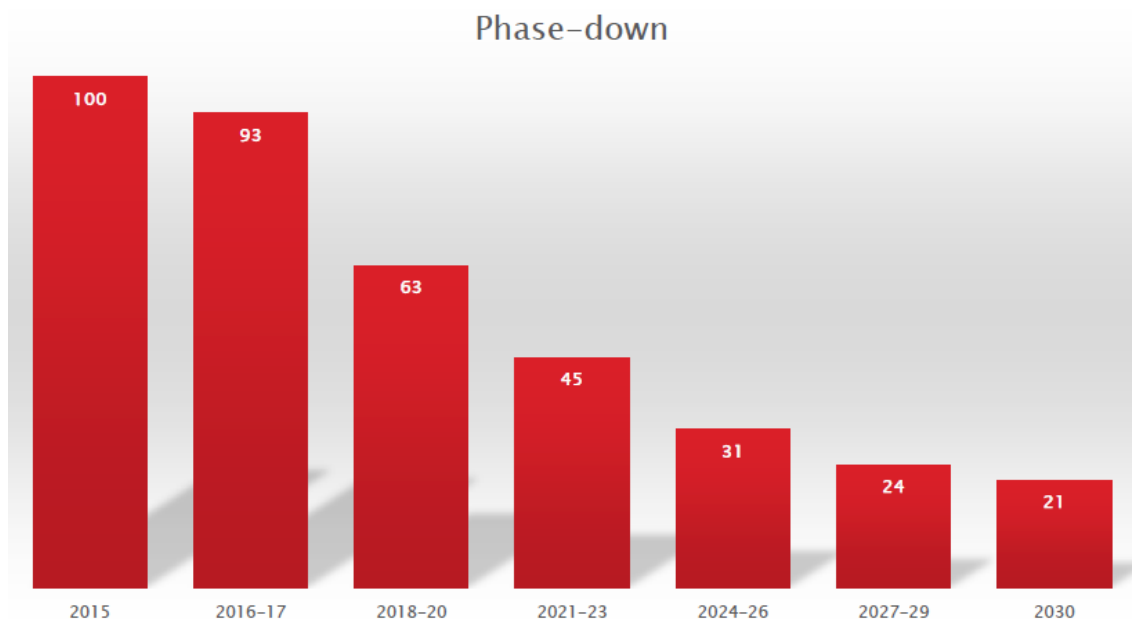
Při sledování legislativních procesů v EU lze vypořadovat výraznou tendenci oddělit bezpečnost a zdraví při práci od životního prostředí. Prioritou se přitom staly právě normy upravující ochranu životního prostředí, a to i v případě halogenových chladiw. [7] Jedním z prvních významných právních dokumentů, který se zabýval plněním ekologických požadavků v oblasti chladiw, je nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 842/2006/ES o některých fluorovaných skleníkových plynech. Na toto nařízení navázal český zákon č. 73/2012 Sb. o látkách, které poškozují ozónovou vrstvu, a o fluorovaných skleníkových plynech. [8]

Snahou výše zmíněných dokumentů bylo omezit možný únik fluorovaných chladiw do atmosféry, kde by tyto plyny společně s kyslíčkem uhličitým vytvářely skleníkový efekt. Postupem času se však ukázalo, že ani evropské nařízení ani český zákon nedokázali učinit takové změny, jaké se od nich očekávali. Hlavním nedostatkem těchto právních předpisů bylo, že se vztahovaly pouze na tepelná čerpadla a stacionární

chladicí klimatizační zařízení. Největší úniky chladiv přitom vznikají v oblasti přepravního chlazení a klimatizací, zejména v chladírenské přepravě kamiony, železničními vagony či námořní dopravě. Zjednodušeně řečeno, k nejzásadnějším únikům dochází v chladících okruzích, které se pohybují a působí na ně vibrace. [8]

Na výše zmíněnou skutečnost zareagovala EU zrušením nařízení č. 842/2006/ES a tvorbou nového nařízení č. 517/2014/ES o fluorovaných skleníkových plynech. Tento dokument upravuje/omezuje používání chladiv na základě snižování emisí F-plynů, především HFC chladiv ze 100 % v roce 2015 na 21 % v roce 2030. [7] Základním hodnotícím ukazatelem se nově stalo množství ekvivalentu kysličníku uhličitého vyjádřené v tunách, na místo množství chladiva udávané v kilogramech. Zkratka tohoto označení je $t_{CO_2 eq}$. Hodnota GWP se počítá dle určených vzorců a udává nebezpečnost chladiva k životnímu prostředí. Základní hodnota GWP byla stanovena pro GWP u CO_2 . Tato hodnota je $GWP=1$. Čím je hodnota GWP vyšší, tím se chladivo stává nebezpečnějším pro životní prostředí. [8]

Při přípravě nařízení č. 517/2014/ES bylo jasné, že hranice GWP bude omezovat použití fluorovaných chladiv. Maximální hodnota GWP byla stanovena na 2500, což znamená, že od roku 2020 nebude možné využívat chladiva s $GWP>2500$. Zároveň se stanovila tzv. kvóta v $t_{CO_2 eq}$, která může být každý rok uvedena na evropský trh. Jako základ pro tuto hodnotu byl použit aritmetický průměr chladiv uvedených na trh v letech 2009 - 2012. [8] V rámci nařízení č. 517/2014/ES bylo tedy určeno, že od roku 2015 bude postupně docházet ke snižování kvót na dodávku na trh EU. Největší snižování, a to o 30 %, bylo naplánováno na roky 2017 a 2018. Výsledkem snižování chladiv je jejich rostoucí cena. Z toho plyne snaha EU o upřednostňování chladiv s nízkým GWP a navíc i regeneraci a znovuzískávání v minulosti již použitých chladiv. [9] Dodržování výše zmíněných předpisů je vynucováno vysokými pokutami a dalšími opatřeními. [8]



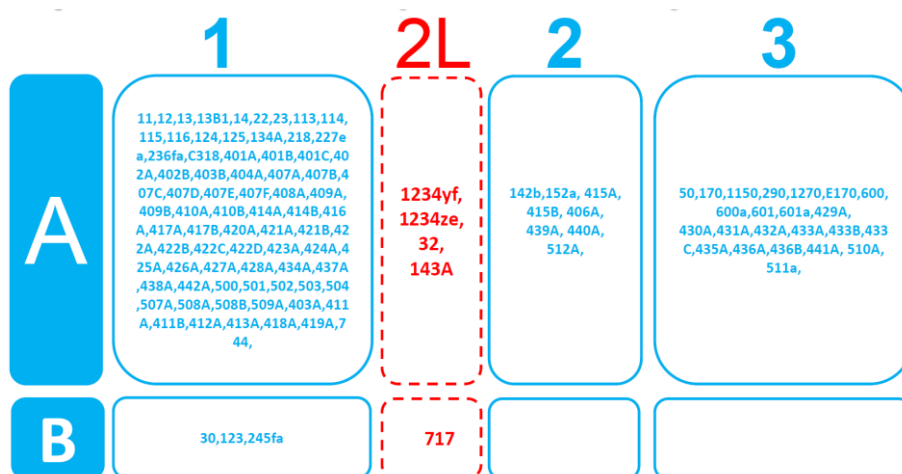
Graf 1: Snižování podílu F-plynů na trhu [5]

Obdobný postup snižování chladiv byl přijat například v Japonsku, USA či dalších zemích. Z toho vyplývá globální snaha o nalezení nových chladiv, která by byla dlouhodobě použitelná s ohledem na evropské právní normy i na odpisové sazby zařízení. Je známá celá řada přírodních chladiv (čpavek, CO₂, voda, SO₂), ale i těch syntetických (propan, isobutan, propylen, R32, R154 a další). Bohužel u každého z těchto chladiv lze nalézt nevýhody v jejich vlastnostech, které omezují jejich případné použití. U CO₂ to jsou velmi vysoké pracovní tlaky v rozmezí 80-180bar, u čpavku a kyslíčnicku siřičitého to je jedovatost. Propan, propylen a další syntetické uhlovodíky jsou hořlavé. [8] Obecně chladiva s nízkým GWP (450-650) jsou více či méně hořlavá. [7]

3.5 Rozdělení chladiv do kategorií dle hořlavosti

Klasifikace bezpečnosti	Nízká úroveň hořlavosti, % objemu ve vzduchu	Spalné teplo, J/kg	Šíření plamene	Příklad chladiva
A1	Bez šíření plamene – testováno při 60°C a 101.3 kPa			R410A, R407c, R134A, R404A
A2, hořlavost	>3.5	<19,000	Vykazuje šíření plamene při 60°C a 101.3 kPa	R143A, R152
A2L, nízká hořlavost, navrhovaná podkategorie (EN378)	>3.5	<19,000	- Vykazuje šíření plamene při 60°C a 101.3 kPa - rychlost hoření ≤10 cm/s při testování ve 23°C a 101.3kPa	R32, R1234yf, R1234ze, R717, R444
A3 vysoká hořlavost	≤3.5	≥19,000	Vykazuje šíření plamene při 60°C a 101.3 kPa	R290 (propan), R600 (butan)

Tab. 4: Kategorie chladiv dle hořlavost (nová podskupina) [10]



Tab. 5: Zařazení chladiv do kategorie hořlavosti z pohledu toxicity [10]

4 Závěr

Z teoretické části práce vyplývá, že každý chladicí systém má své výhody i nevýhody. Nejvhodnější chladicí systém je tedy nutné vybrat na základě konkrétního prostředí, ve kterém bude využíván. Při návrhu chladicího okruhu je také zásadní vhodně zvolit typ chladiva. Na základě platných právních předpisů lze totiž používat pouze chladiva s ODP=0.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

B. VÝPOČTOVÁ ČÁST

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Marek Kotas

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Ondřej Jelínek, Ph.D.

BRNO 2019

1 Analýza objektu

Tato část bakalářské práce se bude zabývat návrhem jednotlivých vzduchotechnických a chladících zařízení pro dvoupodlažní administrativní objekt. Objekt byl rozčleněn do funkčních zón na základě provozních požadavků. Objekt se nachází v Brně. Půdorysná plocha objektu 625 m². V 1.NP se nachází laboratoře, kanceláře, vrátnice, dílna, garáže, kotelna, hygienické místnosti a komunikační prostory. Ve 2.NP jsou kanceláře, kotelna, hygienické místnosti a komunikační prostory.

Objekt byl rozdělen na 3 samostatné zóny.

Zóna 1 se nachází v 2.NP obsluhuje kanceláře, hygienické místnosti a komunikační prostory.

Zóna 2 se nachází v 1.NP i ve 2.NP obsluhuje kanceláře, vrátnici, kotelnu, hygienické místnosti a komunikační prostory.

Zóna 3 se nachází v 1.NP obsluhuje kanceláře, laboratoře, dílnu, kotelnu, hygienické místnosti a komunikační prostory.

1.1 Vzduchotechnická a chladící zařízení

Zóna 1

- Zařízení číslo 1 – Teplovzdušné větrání
- Zařízení číslo 4 – Chladicí systém VRF

Zóna 2

- Zařízení číslo 2 – Teplovzdušné větrání
- Zařízení číslo 5 – Chladicí systém VRF

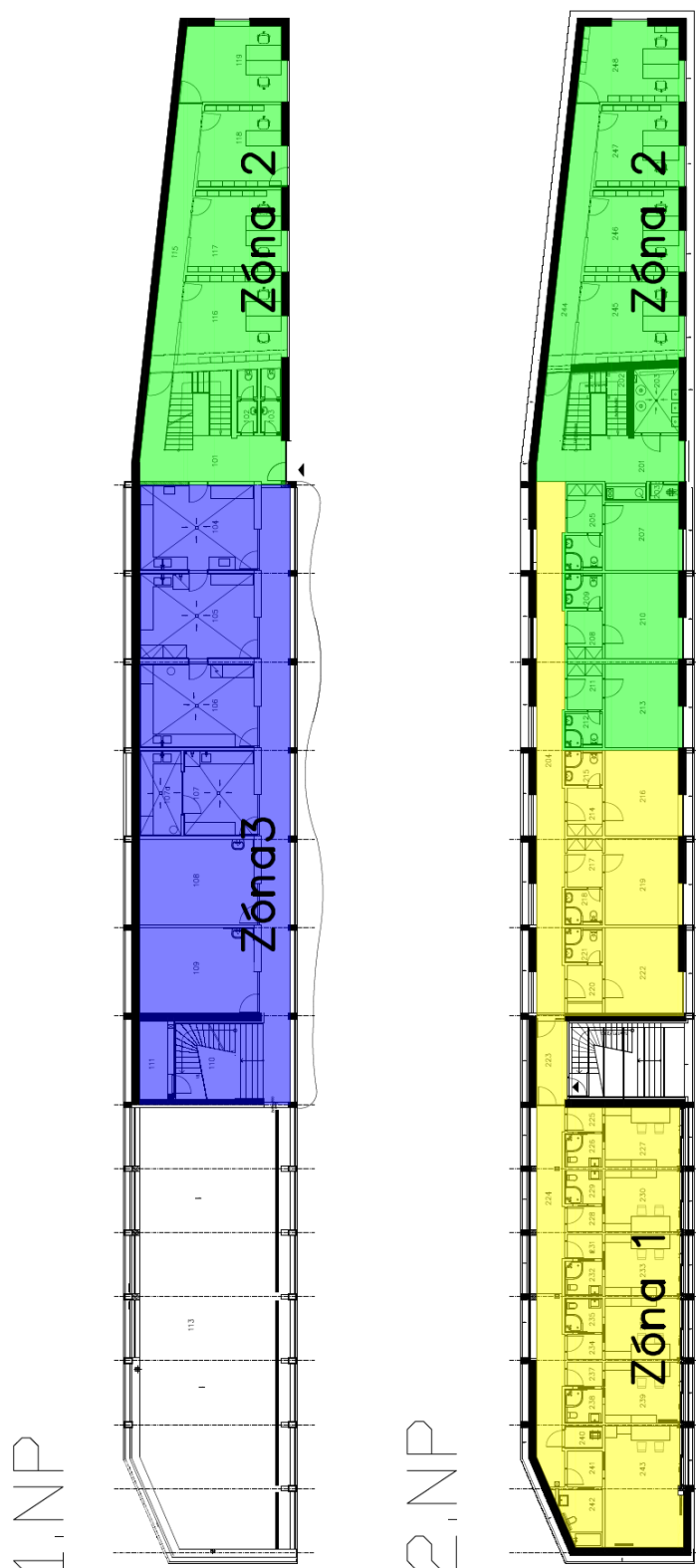
Zóna 3

- Zařízení číslo 3 – Teplovzdušné větrání
- Zařízení číslo 6 – Chladicí systém Multisplit

1.2 Návrhové parametry vnějšího vzduchu

- Místo: Brno
- Letní období: $t_e=32^{\circ}\text{C}$, $h_e=56\text{ kJ/kg}$
- Zimní období: $t_e=-12^{\circ}\text{C}$, $x_e=1\text{ g/kg}$

1.3 Půdorysné rozdělení na funkční celky



Obr. 13: Rozdělení objektu na funkční celky

2 Výpočet součinitelů prostupu tepla

SKLADBA STĚN

Název kce.	Č. pořadí	Název vrstvy	tl. (m)	Hustota (kg/m ²)	lambda ()	odpor R (m ² *K/W)
S.O.1	1	omítka vápenná	0,015	1600	0,87	0,017
	2	zdivo porotherm 40 Profi	0,4	1500	0,092	4,348
	3	om. vápenocementová	0,02	2000	0,99	0,020
						R= 4,385
						Rt= 4,555
Rn=(tl./lambda)		Rt=Ri+Re+R1+R2+Rn.....				
Ri=0,13						
Re=0,04						
U=(1/Rt)		U = 0,21952598	Un≥U	0,3≥0,22		

PODLAHY

Název kce.	Č. pořadí	Název vrstvy	tl. (m)	Hustota (kg/m ²)	lambda ()	odpor R (m ² *K/W)
P.1	1	keramická dlažba	0,01	2200	0,95	0,011
	2	cementová malta	0,01	2100	1,01	0,010
	3	betonová mazanina	0,079	2400	1,3	0,061
	4	lepenka	0,001	1100	1,2	0,001
	5	minerální vata	0,1	500	0,034	2,941
	6	betonový základ	0,15	2500	1,4	0,107
	7	štrkový podsyp	0,15	1800	1,78	0,084
	8	zemina				
						R= 3,215
						Rt= 3,385
Rn=(tl./lambda)		Rt=Ri+Re+R1+R2+Rn.....				
Ri=0						
Re=0,17						
U=(1/Rt)		U = 0,295454242	Un≥U	0,3≥0,295		

Název kce.	Č. pořadí	Název vrstvy	tl. (m)	Hustota (kg/m ²)	lambda ()	odpor R (m ² *K/W)
P.2	1	dřevěnné lamely	0,012	1200	0,18	0,067
	2	lepidlo	0,001	1100	1,2	0,001
	3	betonová mazanina	0,086	2400	1,3	0,066
	4	lepenka	0,001	1100	1,2	0,001
	5	minerální vata	0,1	500	0,034	2,941
	6	betonový základ	0,15	2500	1,4	0,107
	7	štrkový podsyp	0,15	1800	1,78	0,084
	8	zemina				
						R= 3,267
						Rt= 3,437
Rn=(tl./lambda)		Rt=Ri+Re+R1+R2+Rn.....				
Ri=0						
Re=0,17						
U=(1/Rt)		U = 0,290944963	Un≥U	0,3≥0,29		

Název kce.	Č. pořadí	Název vrstvy	tl. (m)	Hustota (kg/m ²)	lambda ()	odpor R (m ² *K/W)
P.3	1	dřevěnné lamely	0,012	1200	0,18	0,067
	2	lepidlo	0,001	1100	1,2	0,001
	3	betonová mazanina	0,086	2400	1,3	0,066
	4	lepenka	0,001	1100	1,2	0,001
	5	minerální vata	0,08	500	0,034	2,353
	6	strop. kce porotherm	0,25	500	1,4	0,179
	7	minerální vata	0,1	500	0,034	2,941
	8	omítka	0,02	1800	0,99	0,020
						R= 5,627
						Rt= 5,797
Rn=(tl./lambda)		Rt=Ri+Re+R1+R2+Rn.....				
Ri=0,13						
Re=0,04						
U=(1/Rt)		U = 0,172491763	Un≥U	0,24≥0,17		

STROPNÍ KONSTRUKCE

Název kce.	Č. pořadí	Název vrstvy	tl (m)	Hustota (kg/m ²)	lambda ()	odpor R (m ² *K/W)
S	1	pojistná hydroizolace	0,005	1900	0,75	0,007
	2	tep. izolace EPS 150	0,02	600	0,035	0,571
	3	tep. izolace EPS 150	0,16	600	0,035	4,571
	4	hydroizolace	0,002	1900	0,75	0,003
	5	strop. kce porotherm	0,25	500	0,85	0,294
	6	omítka vápenocem.	0,02	2000	0,99	0,020
Rn=(tl./lambda) Ri=0 Re=0,17 U=(1/Rt)						R= 5,467
	Rt=Ri+Re+R1+R2+Rn.....					Rt= 5,637
	U= 0,177414743					Un≥U 0,24≥0,18
	Un≥U					

Tab. 6: Tabulka výpočtu součinitelů prostupu tepla

3 Výpočet tepelných ztrát

Výpočet tepelných ztrát byl proveden zjednodušenou metodou dle ČSN 12 831. Pro výpočet tepelných ztrát byly vybrány všechny místnosti v objektu. V bakalářské práci dokládám jen část výpočtů dle vzorce:

$$H_{T,ie} = \Sigma(A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k) [W/K]$$

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT

Návrhová vnitřní teplota=21 C, exteriér=-12 C

21-(-12)= 33

místnost 243

Název k-ce	pořadí	plocha (m ²) Ak	Uk (W/m ² *K)	e	Ak*Uk*e (W/K)
obvodová stěna	1	19,53	0,22	1	4,30
vnitřní příčka	2	24,21	2,5	0	0,00
okno	3	6	0,73	1	4,38
dveře	4	3,5	3,5	0	0,00
střecha	5	23,74	0,18	0,81	3,46
podlaha nad garáží	6	23,74	0,16	1	3,80
Σ					15,94
Ztráta=					525,90

místnost 248

Název k-ce	pořadí	plocha (m ²) Ak	Uk (W/m ² *K)	e	Ak*Uk*e (W/K)
obvodová stěna	1	16,5	0,22	1	3,63
vnitřní příčka	2	15,32	2,5	0	0,00
okno	3	15	0,73	1	10,95
dveře	4	1,85	3,5	0	0,00
střecha	5	19,13	0,18	0,81	2,79
Σ					17,37
Ztráta=					573,18

místnost 207

Název k-ce	pořadí	plocha (m ²) Ak	Uk (W/m ² *K)	e	Ak*Uk*e (W/K)
obvodová stěna	1	4,55	0,22	1	1,00
vnitřní příčka	2	21,7	2,5	0	0,00
okno	3	7,35	0,73	1	5,37
dveře	4	1,85	3,5	0	0,00
střecha	5	12,79	0,18	0,81	1,86
					Σ
					8,23
					Ztráta=
					271,63

místnost 244

Název k-ce	pořadí	plocha (m ²) Ak	Uk (W/m ² *K)	e	Ak*Uk*e (W/K)
obvodová stěna	1	49	0,22	1	10,78
vnitřní příčka	2	43,45	2,5	0	0,00
okno	3	0	0,73	1	0,00
dveře	4	5,55	3,5	0	0,00
střecha	5	17,3	0,18	0,81	2,52
					Σ
					13,30
					Ztráta=
					438,98

místnost 116

Název k-ce	pořadí	plocha (m ²) Ak	Uk (W/m ² *K)	e	Ak*Uk*e (W/K)
obvodová stěna	1	8	0,22	1	1,76
vnitřní příčka	2	45,65	2,5	0	0,00
okno	3	7,5	0,73	1	5,48
dveře	4	1,85	3,5	0	0,00
podlaha na zemině	5	22,42	0,22	0,45	2,22
					Σ
					9,45
					Ztráta=
					312,00

místnost 115

Název k-ce	pořadí	plocha (m ²) Ak	Uk (W/m ² *K)	e	Ak*Uk*e (W/K)
obvodová stěna	1	38,9	0,22	1	8,56
vnitřní příčka	2	36,2	2,5	0	0,00
okno	3	0	0,73	1	0,00
dveře	4	5,55	3,5	0	0,00
podlaha na zemině	5	19,21	0,22	0,45	1,90
					Σ
					10,46
					Ztráta=
					345,17

Celková ztráta (W)	
5559,6	1NP
9906,5	2NP
15466,2	=15,5kW

Tab. 7: Tabulka výpočtu tepelných ztrát

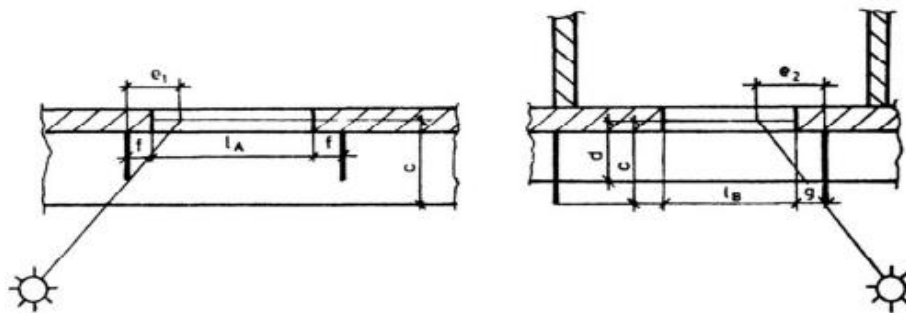
4 Výpočet tepelné zátěže

Pro výpočet tepelné zátěže bylo vybráno 5 místností (3 místnosti ve 2.NP a 2 místnosti v 1.NP) na základě jejich dispozičních umístění ke světovým stranám, kde byla předpokládána nejvyšší tepelná zátěž. Ostatní místnosti byly vypočteny z podobnosti místností, poměrově k jejich ploše. Výpočet byl proveden pomocí softwaru, který zahrnoval prostup sluneční radiací okny (konvekce, solární radiace), prostup sluneční radiací stěnami, tepelnou zátěž VZT a klimatizačního zařízení a tepelnou zátěž od vnitřních zdrojů (osvětlení, lidé, elektrické spotřebiče).

Okrajové podmínky výpočtu

Výpočet byl prováděn pro slunný den 21. července. Uvažovaná teplota venkovního vzduchu 32 °C a měrná enthalpie 56 kJ/kg s.v.

Stínění rámem okna a konstrukcemi bylo uvažováno podle obrázku č. 14.



Příslušné délky stínů se určí podle:

$$e_1 = d \times |tg(a - \gamma)|$$

$$e_2 = \frac{c \times |tg h|}{|\cos(a - \gamma)|}$$

Obr. 14: Stínění okna rámem a konstrukcemi stavby

Výpočet tepelné zátěže pro místnost číslo 243 – kanceláře v jihovýchodním rohu administrativy.

***** ZADANÉ PRVKY DO VÝPOČTU *****

Venkovní stěna

+-----Stěna jižní 243 (11.375m², 0.4m, 0.092W/mK, 800kg/m³, 960kJ/kgK)

+-----okno jižní (11.375m², 0.73W/m²K)

Venkovní stěna

+-----stěna zapadní 243 (13.3m², 0.4m, 0.092W/mK, 800kg/m³, 960kJ/kgK)

Venkovní stěna

+-----strop 243 (24.7m², 0.5m, 0.18W/mK, 750kg/m³, 900kJ/kgK)

Symetrická stěna

+-----stěna1 (13.3m², 0.15m, 0.42W/mK, 800kg/m³, 960kJ/kgK)

Asymetrická stěna

+-----stěna 243 wc (20.75m², 0.125m, 0.48W/mK, 800kg/m³, 960kJ/kgK)

Asymetrická stěna

+-----mist 243x wc (22.75m², 0.36m, 0.17W/mK, 1050kg/m³, 950kJ/kgK)

***** VSTUPNÍ ÚDAJE *****

Výpočet proveden pro období od 21.7. do 21.7.

Časový krok: 300s

Objem místnosti : 86.45m³

Ve výpočtu bylo zavedeno:

Simulace oblačnosti: NE

Referenční rok:NE

Uvažován vliv sluneční radiace: ANO

Načtená klimatická data: NE

Osvětlení[1]: 8 - 17h, 700W

Větrání[1]: 8 - 17h, 200m³/h

Ostatní tepelné zdroje[1]: 8 - 17h, 600W

Odpar vody: NE

Biologická produkce: NE

Sálavé plochy: NE

***** VÝSLEDKY *****

Maxima tepelné zátěže:

21.7. 13.67h: Citelné teplo Max= 3086.66W

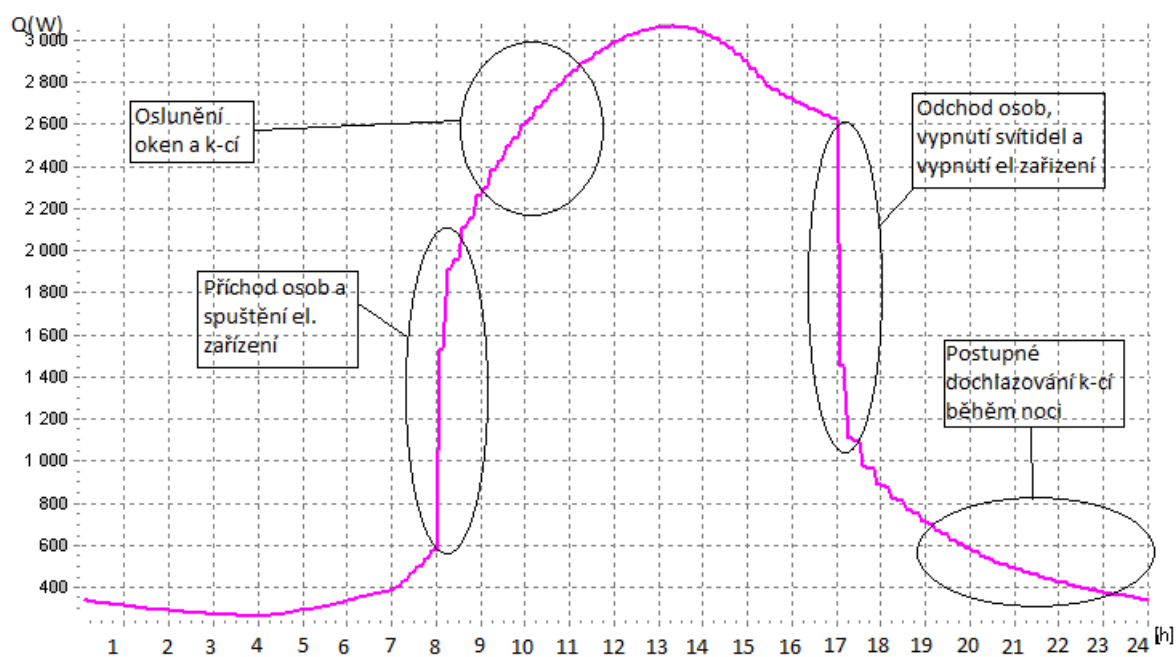
21.7. 4.08h: Citelné teplo Min= 253.74W

21.7. 13.67h: Vázané teplo=0W Merna Tz = 4.66W/K

21.7. 13.67h: Potřeba chladu = 31.71kWh Potřeba tepla = 0kWh

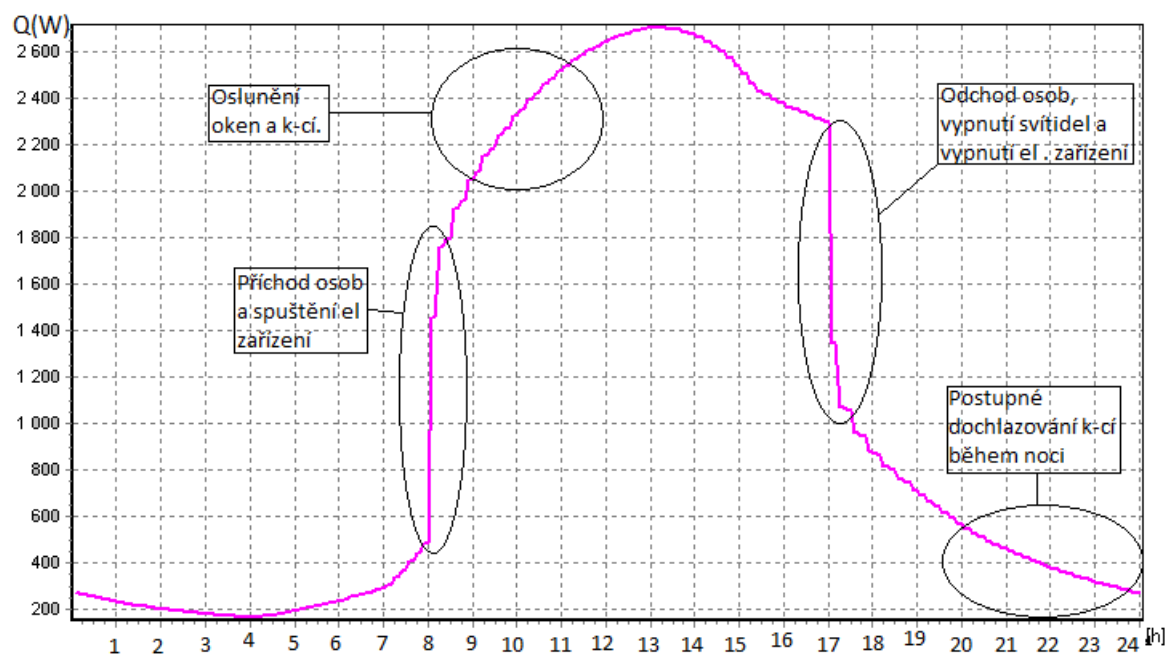
Suma potřeby chladu = 31.71kWh

Suma potřeby tepla = 0kWh



Graf 2: Průběh tepelné zátěže v místnosti číslo 243

Místnost číslo 216 – kancelář na jižní straně fasády uprostřed objektu



Graf 3: Průběh tepelné zátěže v místnosti číslo 216

Tabulka místností

<u>č. místnosti</u>	<u>Účel</u>	<u>Plocha A</u>	<u>SV</u>	<u>Objem V</u>	<u>Zátěž</u>	<u>Ztráty</u>
-	-	m ²	m	m ³	kW	kW
101	Vstupní hala	30,85	3,2	98,72	0,87	0,28
102	WC muži	3,41	3,2	10,912	0,00	0,07
103	WC ženy	3,44	3,2	11,008	0,00	0,07
104	Kancelář	24,96	3,2	79,872	0,46	0,19
105	laboratoř	25,23	3,2	80,736	0,46	0,19
106	laboratoř	24,65	3,2	78,88	0,46	0,19
107	laboratoř	15,08	3,2	48,256	0,27	0,12
107a	laboratoř	9,36	3,2	29,952	0,17	0,08
108	Kancelář	25,23	3,2	80,736	0,46	0,19
109	Dílna	25,23	3,2	80,736	0,46	0,19
110	Schodiště	17,11	6,7	114,637	0,31	0,58
111	kotelna	5,76	3,2	18,432	0,11	0,16
113	garáž	129,3	3,2	413,76	0,00	0,00
115	chodba	19,21	3,2	61,472	0,26	0,35
116	Kancelář	22,42	3,2	71,744	1,76	0,31
117	Kancelář	19	3,2	60,8	1,49	0,30
118	Kancelář	17,13	3,2	54,816	1,34	0,29
119	Vrátnice	14,02	3,2	44,864	1,10	0,53
120	chodba	46,5	3,2	148,8	4,40	1,75
201	hala	23,22	3,2	74,304	3,08	0,34
202	Schodiště	9,94	3,2	31,808	0,00	0,00
203	kotelna	7,32	3,2	23,424	0,00	0,12
203a	úklid. místnost	1,18	3,2	3,776	0,00	0,00
204	chodba	37,23	3,2	119,136	3,80	2,00
205	předsíň	4025	3,2	12880	0,00	0,01
206	hygien. zařízení	3,17	3,2	10,144	0,00	0,01
207	Kancelář	12,79	3,2	40,928	2,17	0,27
208	předsíň	4,41	3,2	14,112	0,00	0,01
209	hygien. zařízení	3,17	3,2	10,144	0,00	0,01
210	Kancelář	16,19	3,2	51,808	2,75	0,31
211	předsíň	4,41	3,2	14,112	0,00	0,01
212	hygien. zařízení	3,17	3,2	10,144	0,00	0,01
213	Kancelář	16,19	3,2	51,808	2,75	0,31
214	předsíň	4,41	3,2	14,112	0,00	0,01
215	hygien. zařízení	3,17	3,2	10,144	0,00	0,01
216	Kancelář	16,19	3,2	51,808	2,75	0,31
217	předsíň	4,41	3,2	14,112	0,00	0,01
218	hygien. zařízení	3,17	3,2	10,144	0,00	0,01
219	Kancelář	16,19	3,2	51,808	2,75	0,31
220	předsíň	4,41	3,2	14,112	0,00	0,01
221	hygien. zařízení	3,17	3,2	10,144	0,00	0,01

<u>č. místnosti</u>	<u>Účel</u>	<u>Plocha A</u>	<u>SV</u>	<u>Objem V</u>	<u>Zátěž</u>	<u>Ztráty</u>
-	-	m ²	m	m ³	kW	kW
222	Kancelář	16,19	3,2	51,808	2,75	0,31
223	chodba	6,37	3,2	20,384	0,13	0,13
224	chodba	25,83	3,2	82,656	3,10	1,40
225	předsíň	2,16	3,2	6,912	0,00	0,01
226	hygien. zařízení	3,27	3,2	10,464	0,00	0,01
227	Kancelář	11,45	3,2	36,64	1,56	0,27
228	předsíň	2,25	3,2	7,2	0,00	0,01
229	hygien. zařízení	3,36	3,2	10,752	0,00	0,01
230	Kancelář	11,73	3,2	37,536	1,56	0,27
231	předsíň	2,25	3,2	7,2	0,00	0,01
232	hygien. zařízení	3,36	3,2	10,752	0,00	0,01
233	Kancelář	11,73	3,2	37,536	1,56	0,27
234	předsíň	2,25	3,2	7,2	0,00	0,01
235	hygien. zařízení	3,36	3,2	10,752	0,00	0,01
236	Kancelář	11,73	3,2	37,536	1,56	0,27
237	předsíň	2,25	3,2	7,2	0,00	0,01
238	hygien. zařízení	3,36	3,2	10,752	0,00	0,01
239	Kancelář	11,73	3,2	37,536	1,56	0,27
240	úklid. místnost	2,19	3,2	7,008	0,00	0,01
241	předsíň	3,33	3,2	10,656	0,00	0,01
242	hygien. zařízení	5,65	3,2	18,08	0,11	0,14
243	Kancelář	23,74	3,2	75,968	3,15	0,40
244	chodba	17,3	3,2	55,36	0,31	0,44
245	Kancelář	20,43	3,2	65,376	3,20	0,34
246	Kancelář	19	3,2	60,8	2,98	0,33
247	Kancelář	17,05	3,2	54,56	2,67	0,32
248	Kancelář	19,13	3,2	61,216	3,00	0,57

Tab. 8: Seznam místností, zátěží a ztrát

5 Návrh průtoků vzduchu a chlazení

ZAŘÍZENÍ ČÍSLO 1														
č. místnosti	Název	Plocha A	SV	Objem	Vmin	Výměna	VxVýměna	Přívod	Odvod	Zisky	Ztráty	Chlazení		
												VZT (kW)	Klimatizace (kW)	
204	chodba	37,23	3,2	119,14	150	2	238,3	250	250	3,80	2,00	0,692	3,60	
214	předsín	4,41	3,2	14,11	0	-	-	0	0	0,00	0,01	0,000	0,00	
215	hygien. zařízení	3,17	3,2	10,14	150	-	-	0	150	0,00	0,01	0,000	0,00	
216	Kancelář	16,19	3,2	51,81	100	2	103,6	150	0	2,75	0,31	0,415	2,80	
217	předsín	4,41	3,2	14,11	0	-	-	0	0	0,00	0,01	0,000	0,00	
218	hygien. zařízení	3,17	3,2	10,14	150	-	-	0	150	0,00	0,01	0,000	0,00	
219	Kancelář	16,19	3,2	51,81	100	2	103,6	150	0	2,75	0,31	0,415	2,80	
220	předsín	4,41	3,2	14,11	0	-	-	0	0	0,00	0,01	0,000	0,00	
221	hygien. zařízení	3,17	3,2	10,14	150	-	-	0	150	0,00	0,01	0,000	0,00	
222	Kancelář	16,19	3,2	51,81	100	2	103,6	150	0	2,75	0,31	0,415	2,80	
223	chodba	6,37	3,2	20,38	50	2	40,8	50	50	0,13	0,13	0,138	0,00	
224	chodba	25,83	3,2	82,66	150	2	165,3	250	200	3,10	1,40	0,692	2,80	
225	předsín	2,16	3,2	6,91	0	-	-	0	0	0,00	0,01	0,000	0,00	
226	hygien. zařízení	3,27	3,2	10,46	150	-	-	0	150	0,00	0,01	0,000	0,00	
227	Kancelář	11,45	3,2	36,64	100	2	73,3	150	0	1,56	0,27	0,415	1,70	
228	předsín	2,25	3,2	7,20	0	-	-	0	0	0,00	0,01	0,000	0,00	
229	hygien. zařízení	3,36	3,2	10,75	150	-	-	0	150	0,00	0,01	0,000	0,00	
230	Kancelář	11,73	3,2	37,54	100	2	75,1	150	0	1,56	0,27	0,415	1,70	
231	předsín	2,25	3,2	7,20	0	-	-	0	0	0,00	0,01	0,000	0,00	
232	hygien. zařízení	3,36	3,2	10,75	150	-	-	0	150	0,00	0,01	0,000	0,00	
233	Kancelář	11,73	3,2	37,54	100	2	75,1	150	0	1,56	0,27	0,415	1,70	
234	předsín	2,25	3,2	7,20	0	-	-	0	0	0,00	0,01	0,000	0,00	
235	hygien. zařízení	3,36	3,2	10,75	150	-	-	0	150	0,00	0,01	0,000	0,00	
236	Kancelář	11,73	3,2	37,54	100	2	75,1	150	0	1,56	0,27	0,415	1,70	
237	předsín	2,25	3,2	7,20	0	-	-	0	0	0,00	0,01	0,000	0,00	
238	hygien. zařízení	3,36	3,2	10,75	150	-	-	0	150	0,00	0,01	0,000	0,00	
239	Kancelář	11,73	3,2	37,54	100	2	75,1	150	0	1,56	0,27	0,415	1,70	
240	úklid, místnost	2,19	3,2	7,01	50	-	-	0	50	0,00	0,01	0,000	0,00	
241	předsín	3,33	3,2	10,66	0	-	-	0	0	0,00	0,01	0,000	0,00	
242	hygien. zařízení	5,65	3,2	18,08	150	-	-	0	200	0,11	0,14	0,000	0,11	
243	Kancelář	23,74	3,2	75,97	100	2	151,9	200	0	3,15	0,40	0,554	2,80	
											5,40	6,58	26,21	

ZAŘÍZENÍ ČÍSLO 2

č. místnosti	Název	Plocha A m ²	SV m	Objem V m ³	Vmin	Výměa x/h	VxVýměna	Přívod	Odvod	Zátěž kW	Chlazení	
											VZT (kW)	Klimatizace (kW)
101	Vstupní hala	30,85	3,2	98,72	100	2	197,4	200	100	0,87	0,38	2,20
102	WC muži	3,41	3,2	10,91	100	-	-	0	50	0,00	0,00	0,00
108	WC ženy	3,44	3,2	11,01	100	-	-	0	50	0,00	0,00	0,00
115	chodba	19,21	3,2	61,47	150	2	122,9	150	150	0,26	0,29	2,20
116	Kancelář	22,42	3,2	71,74	100	2	143,5	150	150	1,76	0,29	1,70
117	Kancelář	19	3,2	60,80	100	2	121,6	150	150	1,49	0,29	1,70
118	Kancelář	17,13	3,2	54,82	100	2	109,6	150	150	1,34	0,29	1,70
119	Vrátnice	14,02	3,2	44,86	50	2	89,7	150	150	1,10	0,29	1,70
201	hala	23,22	3,2	74,30	150	2	148,6	200	150	3,08	0,38	2,80
202	Schodiště	9,94	3,2	31,81	150	2	63,6	100	100	0,00	0,19	0,00
203	kotelna	7,32	3,2	23,42		0,5	11,7	50	50	0,00	0,10	0,00
203a	úklid. místnost	1,18	3,2	3,78	50	-	-	0	50	0,00	0,00	0,00
205	předsiň	4025	3,2	12880,00	0	-	-	0	0	0,00	0,00	0,00
206	hygien. zařízení	3,17	3,2	10,14	150	-	-	0	150	0,00	0,00	0,00
207	Kancelář	12,79	3,2	40,93	100	2	81,9	150	0	2,17	0,29	2,20
208	předsiň	4,41	3,2	14,11	0	-	-	0	0	0,00	0,00	0,00
209	hygien. zařízení	3,17	3,2	10,14	150	-	-	0	150	0,00	0,00	0,00
210	Kancelář	16,19	3,2	51,81	100	2	103,6	150	0	2,75	0,29	2,80
211	předsiň	4,41	3,2	14,11	0	-	-	0	0	0,00	0,00	0,00
212	hygien. zařízení	3,17	3,2	10,14	150	-	-	0	150	0,00	0,00	0,00
213	Kancelář	16,19	3,2	51,81	100	2	103,6	150	0	2,75	0,29	2,80
244	chodba	17,3	3,2	55,36	150	2	110,7	150	150	0,31	0,29	2,20
245	Kancelář	20,43	3,2	65,38	100	2	130,8	150	150	3,20	0,29	3,60
246	Kancelář	19	3,2	60,80	100	2	121,6	150	150	2,98	0,29	2,80
247	Kancelář	17,05	3,2	54,56	100	2	109,1	150	150	2,67	0,29	2,80
248	Kancelář	19,13	3,2	61,22	100	2	122,4	150	150	3,00	0,29	2,80
Σ										29,74	4,80	36,00

Tab. 9.2: Tabulka zařízení č.2 průtoky vzduchu včetně chlazení

ZAŘÍZENÍ ČÍSLO 3

č. místnosti	Název	Plocha A m ²	SV m	Objem V m ³	Vmin	Výměna x/h	VxVýměna	Přívod	Odvod	Zátěž kW	Ztráty kW	Chlazení	
												VZT (kW)	Klimatizace (kW)
-	-												
104	Kancelář	24,96	3,2	79,87	100	2	159,7	200	150	0,46	0,19	0,58	0,00
105	laboratoř	25,23	3,2	80,74	200	4	322,9	350	300	0,46	0,19	1,02	0,00
106	laboratoř	24,65	3,2	78,88	200	4	315,5	350	300	0,46	0,19	1,02	0,00
107	laboratoř	15,08	3,2	48,26	150	4	193,0	200	200	0,27	0,12	0,58	0,00
107a	laboratoř	9,36	3,2	29,95	50	4	119,8	150	100	0,17	0,08	0,44	0,00
108	Kancelář	25,23	3,2	80,74	100	2	161,5	200	200	0,46	0,19	0,58	0,00
109	Dílna	25,23	3,2	80,74	150	3	242,2	250	250	0,46	0,19	0,73	0,00
110	Schodiště	17,11	6,7	114,64	150	2	229,3	250	200	0,31	0,58	0,73	1,70
111	kotelna	5,76	3,2	18,43	0	0,5	9,2	0	50	0,11	0,16	0,00	0,00
120	chodba	46,5	3,2	148,80	200	2	297,6	350	550	4,40	1,75	1,02	3,60
Σ								2300	2300	7,56	3,64	6,70	5,30

Tab. 9.3: Tabulka zařízení č.3 průtoky vzduchu včetně chlazení

6 Koncové distribuční prvky

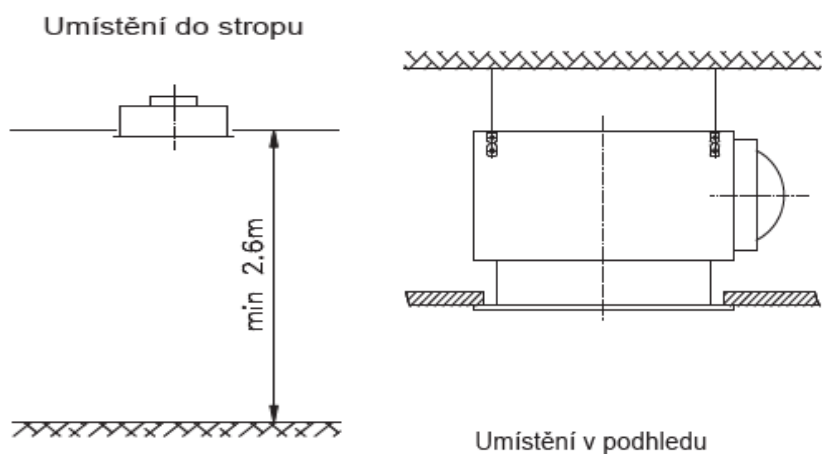
Přívodní i odvodní elementy byly navrženy dle výpočtu potřeby přívodního vzduchu.

6.1 Anemostaty

Přívodní anemostaty jsou navrženy v kancelářích, laboratořích, dílně a na chodbách s průtoky vzduchu od 50 m³/h do 350 m³/h. Velikostí 300/8 – 600/24.

Odvodní anemostaty jsou navrženy v kancelářích, laboratořích, dílně a na chodbách s průtoky vzduchu od 50 m³/h do 300 m³/h. Velikostí 300/8 – 600/16.

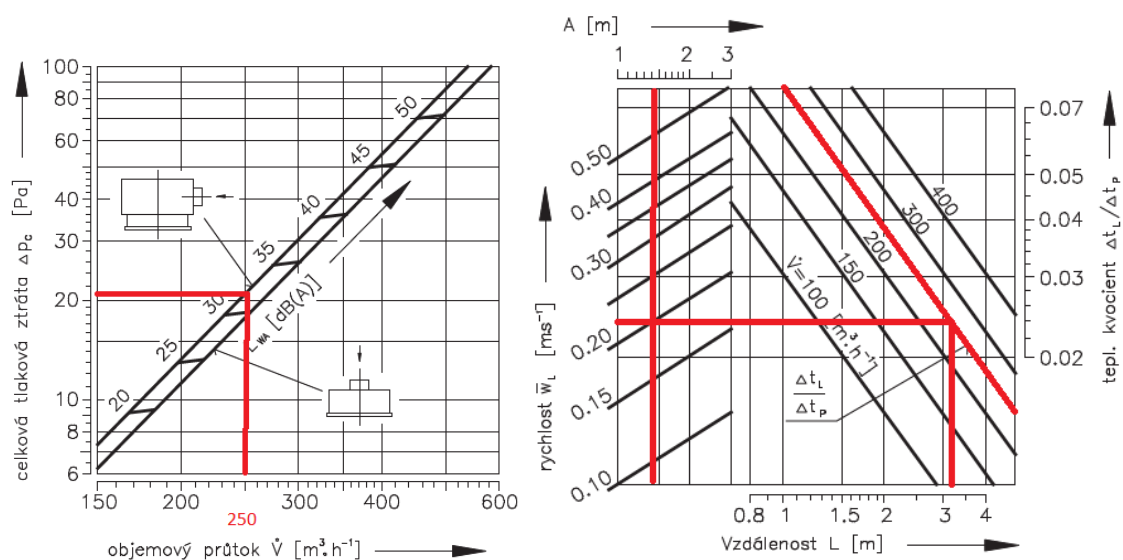
Materiál: čelní desky jsou z ocelového plechu, povrch je opatřen bílým lakem.



Obr. 15: Umístění anemostatu v podhledu

Jmenovitý rozměr	300 8 lamel	400, 500, 600, 625 16 lamel	500 24 lamel	600, 625 24 lamel	600, 625 48 lamel	625 54 lamel	825 72 lamel
\dot{V}_{\max} [m ³ /h]	180	320	420	660	850	950	1200
\dot{V}_{\min} [m ³ /h]	55	100	140	200	360	400	560
$L_{WA\max}$ [dB(A)]	39	40	39	40	40	43	40
$L_{WA\min}$ [dB(A)]	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
S_{ef} [m ²]	0,007	0,014	0,021	0,295	0,420	0,473	0,715

Tab. 10: Tabulka velikostí navržených anemostatů

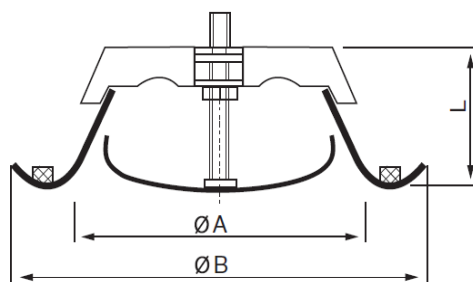


Graf 4: Tlaková ztráta a rychlost proudění vzduchu pro VVM 600/16

6.2 Talířové odvodní ventily

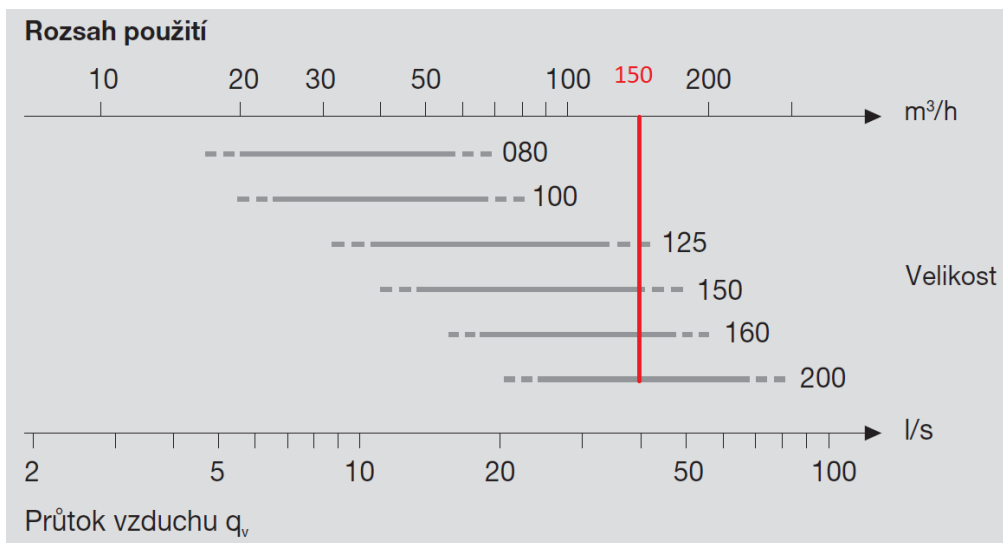
Odvodní talířové ventily jsou navrženy v hygienických a technických místnostech. S průtoky od 50 m³/h do 200 m³/h. Průměrů 100-200 mm.

Materiál: kov – lesklé chromové provedení

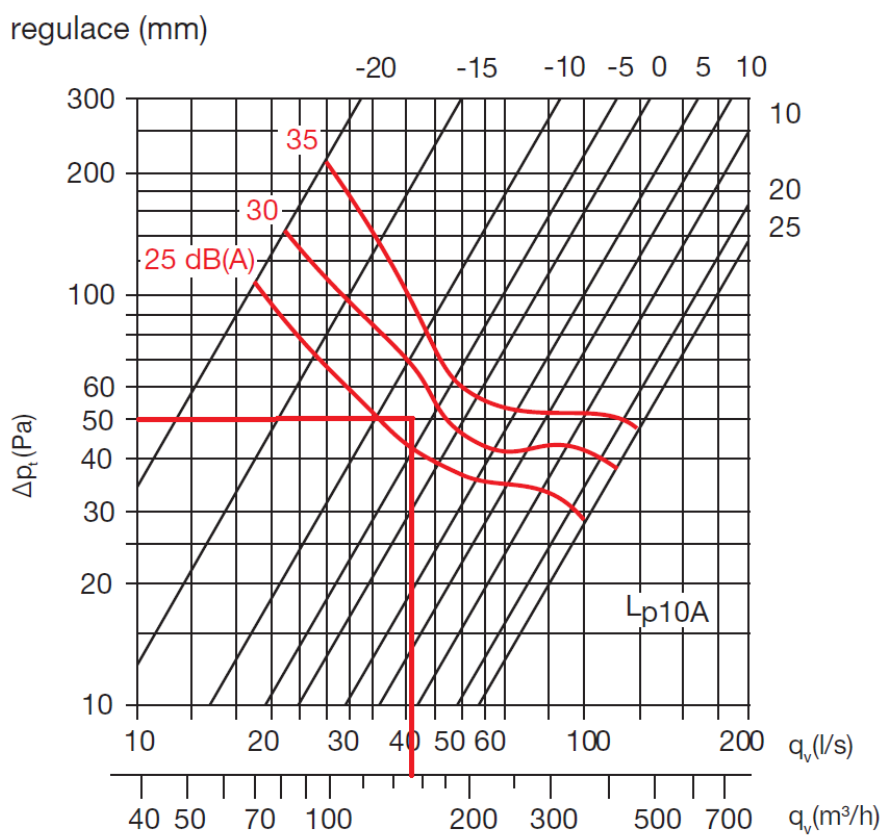


Typ	Ø A [mm]	Ø B [mm]	L [mm]
KO, KOC 080	78	115	55
KO, KOC 100	95	137	55
KO, KOC 125	115	164	60
KO, KOC 150	138	202	60
KO, KOC 160	148	212	60
KO, KOC 200	203	248	60

Obr. 16: Řez talířovým ventilem



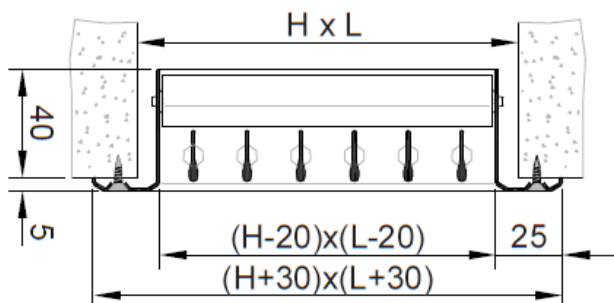
Obr. 17: Rozmezí průtoku vzduchů jednotlivých talířových ventilů (150 m³/h pro DN 200 mm)



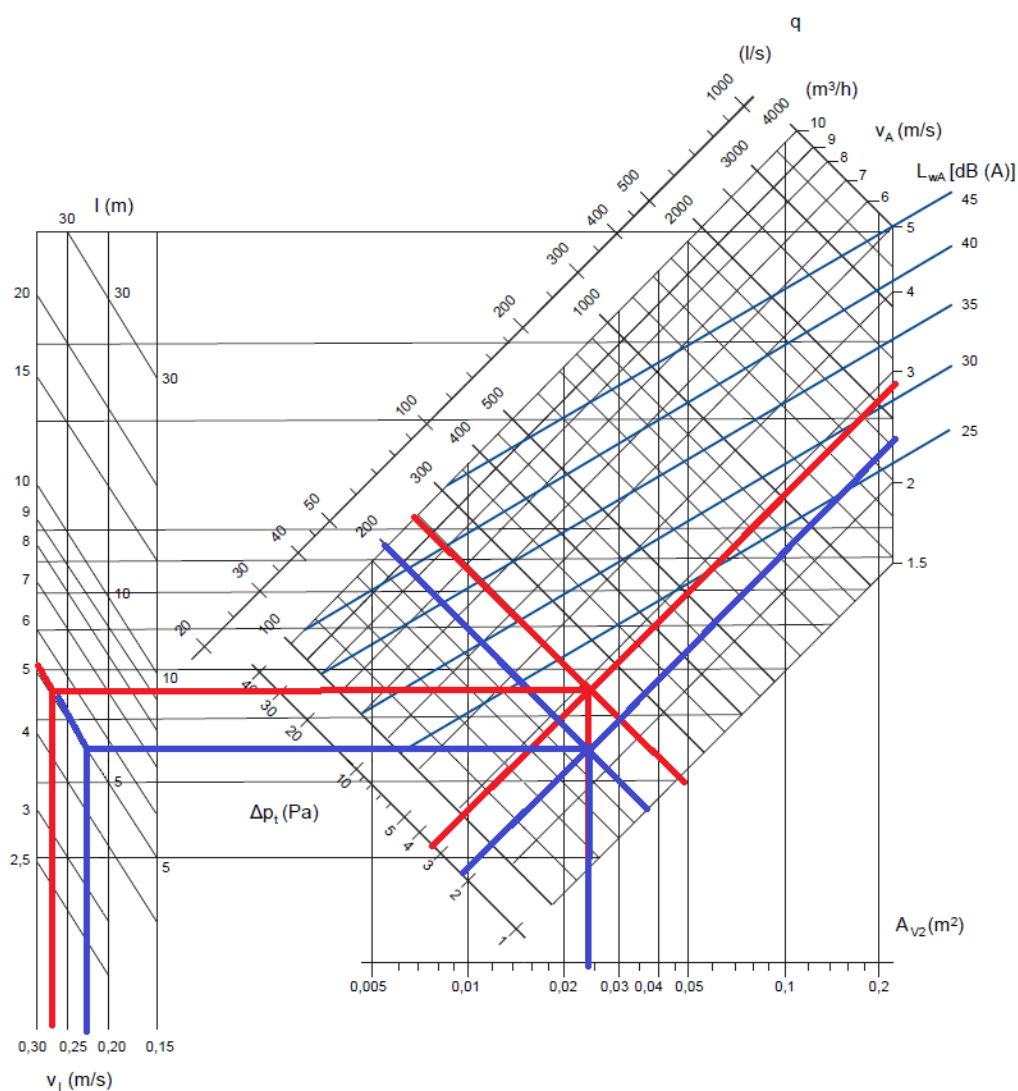
Graf 5: Akustický tlak a tlaková ztráta talířového ventilu

6.3 Vyústka do čtyřhranného potrubí

Přívodní a odvodní vyústka se nachází ve schodišťovém prostoru v levé části budovy. Vyústka byla použita z důvodu výšky místnosti.



Obr. 18: Upevnění mřížky do ohraničujících konstrukcí



Graf 6: Návrh přívodní a odvodní mřížky (červená – přívod, modrá – odvod)

Tabulka distribučních elementů

Č. místnosti	Účel	Přívod m ²	Odvod m	Zařízení číslo
101	Vstupní hala	Anemostat 600/16	Anemostat 300/8	2
102	WC muži	-	Talířový ventil DN 100	2
103	WC ženy	-	Talířový ventil DN 100	2
104	Kancelář	Anemostat 600/16	Anemostat 600/16	3
105	laboratoř	Anemostat 600/24	Anemostat 600/16	3
106	laboratoř	Anemostat 600/24	Anemostat 600/16	3
107	laboratoř	Anemostat 600/16	Anemostat 600/16	3
107a	laboratoř	Anemostat 600/16	Anemostat 300/8	3
108	Kancelář	Anemostat 600/16	Anemostat 600/16	3
109	Dílna	Anemostat 600/16	Anemostat 600/16	3
110	Schodiště	Vyústka do čtyřhranného potrubí 300x150 mm	Vyústka do čtyřhranného potrubí 300x150 mm	3
111	kotelna	-	Talířový ventil DN 100	3
113	garáž	-	-	3
115	chodba	Anemostat 600/16	Anemostat 600/16	3
116	Kancelář	Anemostat 600/16	Anemostat 600/16	3
117	Kancelář	Anemostat 600/16	Anemostat 600/16	3
118	Kancelář	Anemostat 600/16	Anemostat 600/16	3
119	Vrátnice	Anemostat 600/16	Anemostat 600/16	3
120	chodba	Anemostat 600/24	2x Anemostat 600/16	2
201	hala	Anemostat 600/16	Anemostat 600/16	2
202	Schodiště	-	-	2
203	kotelna	Anemostat 300/8	Talířový ventil DN 100	2
203a	úklid. místnost	-	Talířový ventil DN 100	2
204	chodba	Anemostat 600/16	Anemostat 600/16	2
205	předsíň	-	-	2
206	hygien. zařízení	-	Talířový ventil DN 200	2
207	Kancelář	Anemostat 600/16	-	2
208	předsíň	-	-	2
209	hygien. zařízení	-	Talířový ventil DN 200	2
210	Kancelář	Anemostat 600/16	-	2
211	předsíň	-	-	2
212	hygien. zařízení	-	Talířový ventil DN 200	2
213	Kancelář	Anemostat 600/16	-	2
214	předsíň	-	-	1
215	hygien. zařízení	-	Talířový ventil DN 200	1
216	Kancelář	Anemostat 600/16	-	1
217	předsíň	-	-	1
218	hygien. zařízení	-	Talířový ventil DN 200	1
219	Kancelář	Anemostat 600/16	-	1
220	předsíň	-	-	1
221	hygien. zařízení	-	Talířový ventil DN 200	1

<u>č. místnosti</u>	<u>Účel</u>	<u>Přívod</u> m ²	<u>Odvod</u> m	<u>Zařízení</u> číslo
-	-			
222	Kancelář	Anemostat 600/16	-	1
223	chodba	Anemostat 300/8	Anemostat 300/8	1
224	chodba	Anemostat 600/16	Anemostat 600/16	1
225	předsíň	-	-	1
226	hygien. zařízení	-	Talířový ventil DN 200	1
227	Kancelář	Anemostat 600/16	-	1
228	předsíň	-	-	1
229	hygien. zařízení	-	Talířový ventil DN 200	1
230	Kancelář	Anemostat 600/16	-	1
231	předsíň	-	-	1
232	hygien. zařízení	-	Talířový ventil DN 200	1
233	Kancelář	Anemostat 600/16	-	1
234	předsíň	-	-	1
235	hygien. zařízení	-	Talířový ventil DN 200	1
236	Kancelář	Anemostat 600/16	-	1
237	předsíň	-	-	1
238	hygien. zařízení	-	Talířový ventil DN 200	1
239	Kancelář	Anemostat 600/16	-	1
240	úklid. místnost	-	Talířový ventil DN 200	1
241	předsíň	-	-	1
242	hygien. zařízení	-	Talířový ventil DN 200	1
243	Kancelář	Anemostat 600/16	-	1
244	chodba	Anemostat 600/16	Anemostat 600/16	2
245	Kancelář	Anemostat 600/16	Anemostat 600/16	2
246	Kancelář	Anemostat 600/16	Anemostat 600/16	2
247	Kancelář	Anemostat 600/16	Anemostat 600/16	2
248	Kancelář	Anemostat 600/16	Anemostat 600/16	2

Tab. 11: Tabulka distribučních elementů

7 Dimenzování potrubí

Zařízení číslo 1. Přívod

u	V	V	L	V'	S	d'	AxB	d	S	v	R	ξ	Z	Elementy	Z+R*1	Název prvku
-	m3/h	m3/s	m	m/s	m2	m	mm/mm	m	m2	m/s	Pa/m	-	Pa	-	Pa	-
1	250	0,07	4,1	2	0,03	0,210	ø200	0,2	0,03	2,2	0,31	0,6	1,76	20,00	23,03	Koncový element
2	450	0,13	1,5	2,5	0,05	0,252	355/225	0,276	0,06	2,1	0,31	0,9	2,36	0	2,82	-
3	600	0,17	3,3	3	0,06	0,266	400/225	0,288	0,07	2,6	0,45	0,9	3,53	0	5,02	-
4	750	0,21	3,3	3,5	0,06	0,275	400/225	0,288	0,07	3,2	0,45	0,6	3,68	0	5,17	-
5	900	0,25	3,3	4	0,06	0,282	400/225	0,288	0,07	3,8	0,45	0,3	2,65	0	4,14	-
6	1050	0,29	3,3	4,5	0,06	0,287	400/225	0,288	0,07	4,5	0,45	0,3	3,61	0	5,09	-
7	1200	0,33	1,8	5	0,07	0,291	400/250	0,308	0,07	4,5	0,67	1,2	14,41	0	15,62	-
8	1950	0,54	5,2	5	0,11	0,371	710/250	0,37	0,11	5,0	1	1,5	22,84	0	28,04	-
Σdp															89 Pa	
Tlumič															100 Pa	
Žaluzie															50 Pa	
Externí t. ztráta															239 Pa	

Zařízení číslo 1. Odvod

u	V	V	L	V'	S	d'	AxB	d	S	v	R	ξ	Z	Elementy	Z+R*1	Název prvku
-	m3/h	m3/s	m	m/s	m2	m	mm/mm	m	m2	m/s	Pa/m	-	Pa	-	Pa	-
1	200	0,06	4,5	2	0,03	0,188	ø200	0,2	0,03	1,8	0,31	0,6	1,13	18,00	20,52	Koncový element
2	250	0,07	1,6	2,5	0,03	0,188	200/200	0,2	0,03	2,2	0,31	0,3	0,88	0	1,38	-
3	400	0,11	4,6	3	0,04	0,217	250/225	0,237	0,04	2,5	0,45	0,6	2,28	0	4,35	-
4	550	0,15	2	3,5	0,04	0,236	315/225	0,263	0,05	2,8	0,45	0,6	2,85	0	3,75	-
5	700	0,19	3,1	3,5	0,06	0,266	400/225	0,288	0,07	3,0	0,67	0,6	3,21	0	5,28	-
6	900	0,25	1,5	4	0,06	0,282	400/225	0,288	0,07	3,8	0,67	0,6	5,30	0	6,31	-
7	1050	0,29	1,8	4	0,07	0,305	400/225	0,288	0,07	4,5	0,67	0,6	7,22	0	8,42	-
8	1200	0,33	1,5	4,5	0,07	0,307	400/250	0,308	0,07	4,5	1	1,1	13,21	0	14,71	-
9	1250	0,35	5,8	4,5	0,08	0,313	400/250	0,308	0,07	4,7	1	0,6	7,82	0	13,62	-
10	1950	0,54	10	5	0,11	0,371	710/250	0,37	0,11	5,0	1	4,5	68,52	0	78,52	-
Σdp														157 Pa		
Tlumič														100 Pa		
Žaluzie														50 Pa		
Externí ztráta														307 Pa		

Tab. 12: Dimenze potrubí pro zařízení č. 1

Zařízení číslo 2. Přívod

u	V	V	L	v'	S	d'	AxB	d	S	v	R	ξ	Z	Elementy	Z+R*1	Název prvku
-	m3/h	m3/s	m	m/s	m2	m	mm/mm	m	m2	m/s	Pa/m	-	Pa	-	Pa	-
1	150	0,04	4,5	2	0,02	0,163	ø200	0,2	0,03	1,3	0,21	0,6	0,63	15,00	16,58	Koncový element
2	300	0,08	4,5	2,5	0,03	0,206	250/225	0,237	0,04	1,9	0,31	0,6	1,28	0	2,68	-
3	450	0,13	5,1	3	0,04	0,230	280/225	0,25	0,05	2,5	0,45	0,6	2,33	0	4,63	-
4	750	0,21	3	4	0,05	0,258	400/225	0,288	0,07	3,2	0,45	0,6	3,68	0	5,03	-
5	950	0,26	4,5	4,5	0,06	0,273	400/225	0,288	0,07	4,1	0,67	1,7	16,74	0	19,75	-
6	2500	0,69	5,3	5	0,14	0,421	710/315	0,436	0,15	4,7	0,67	2,1	27,26	0	30,81	-
Σdp															79 Pa	
Tlumič															100 Pa	
Žaluzie															50 Pa	
Externí t. zráta															229 Pa	

Zařízení číslo 2. Odvod

u	V	V	L	v'	S	d'	AxB	d	S	v	R	ξ	Z	Elementy	Z+R*1	Název prvku
-	m3/h	m3/s	m	m/s	m2	m	mm/mm	m	m2	m/s	Pa/m	-	Pa	-	Pa	-
1	150	0,04	4,3	2	0,02	0,163	ø200	0,2	0,03	1,3	0,21	0,6	0,63	42,00	43,54	Koncový element
2	300	0,08	1,8	2	0,04	0,230	250/225	0,237	0,04	1,9	0,31	0,6	1,28	0	1,84	-
3	450	0,13	2,7	2,5	0,05	0,252	355/225	0,275	0,06	2,1	0,31	0,6	1,59	0	2,43	-
4	600	0,17	4,3	3	0,06	0,266	400/225	0,288	0,07	2,6	0,45	0,6	2,36	0	4,29	-
5	750	0,21	5,5	3,5	0,06	0,275	400/225	0,288	0,07	3,2	0,45	0,3	1,84	0	4,32	-
6	850	0,24	3,7	4	0,06	0,274	400/225	0,288	0,07	3,6	0,45	0,9	7,09	0	8,76	-
7	950	0,26	6,2	4,5	0,06	0,273	400/225	0,288	0,07	4,1	0,67	1,2	11,81	0	15,97	-
8	2500	0,69	9,5	5	0,14	0,421	710/315	0,436	0,15	4,7	1	3,6	46,73	0	56,23	-
Σdp														137 Pa		
Tlumič														100 Pa		
Žaluzie														50 Pa		
Externí t. zráta														287 Pa		

Tab. 13: Dimenze potrubí pro zařízení č. 2

Zařízení číslo 3. Přívod

u	V	V	L	v'	S	d'	AxB	d	S	v	R	ξ	Z	Elementy	Z+R*I	Název prvku
-	m3/h	m3/s	m	m/s	m2	m	mm/mm	m	m2	m/s	Pa/m	-	Pa	-	Pa	-
1	200	0,06	3,2	2	0,03	0,188	ø200	0,2	0,03	1,8	0,21	0,6	1,13	20,00	21,80	Koncový element
2	550	0,15	4,6	2	0,08	0,312	560/225	0,321	0,08	1,9	0,21	0,6	1,28	0	2,25	-
3	900	0,25	4,5	2,5	0,10	0,357	560/280	0,373	0,11	2,3	0,31	0,6	1,88	0	3,28	-
4	1100	0,31	2,1	3	0,10	0,360	560/280	0,373	0,11	2,8	0,31	0,3	1,41	0	2,06	-
5	1250	0,35	3,4	3,5	0,10	0,355	560/280	0,373	0,11	3,2	0,45	0,3	1,82	0	3,35	-
6	1450	0,40	4,4	4	0,10	0,358	560/280	0,373	0,11	3,7	0,45	0,3	2,45	0	4,43	-
7	1700	0,47	2	4,5	0,10	0,366	560/280	0,373	0,11	4,3	0,45	0,8	8,96	0	9,86	-
8	2300	0,64	14,3	5	0,13	0,403	710/280	0,402	0,13	5,0	0,67	2,1	31,93	0	41,51	-
Σdp														89 Pa		
Tlumič														100 Pa		
Žaluzie														50 Pa		
Externí t. ztráta														239 Pa		

Zařízení číslo 3. Odvod

u	V	V	L	v'	S	d'	AxB	d	S	v	R	ξ	Z	Elementy	Z+R*I	Název prvku
-	m3/h	m3/s	m	m/s	m2	m	mm/mm	m	m2	m/s	Pa/m	-	Pa	-	Pa	-
1	50	0,01	1,5	2	0,01	0,094	ø100mm	0,1	0,01	1,8	0,31	0,6	1,13	15,00	16,59	Koncový element
2	250	0,07	7,5	2	0,03	0,210	200/200	0,2	0,03	2,2	0,31	1,2	3,52	0	5,84	-
3	525	0,15	1,2	2,5	0,06	0,273	450/225	0,3	0,07	2,1	0,45	1,1	2,81	0	3,35	-
4	775	0,22	3,3	3	0,07	0,302	450/225	0,3	0,07	3,0	0,45	0,6	3,34	0	4,82	-
5	975	0,27	4,3	3	0,09	0,339	630/225	0,332	0,09	3,1	0,45	0,6	3,52	0	5,46	-
6	1175	0,33	2,9	3,5	0,09	0,345	630/250	0,358	0,10	3,2	0,45	0,6	3,78	0	5,09	-
7	1275	0,35	1,9	4	0,09	0,336	630/250	0,358	0,10	3,5	0,45	0,3	2,23	0	3,08	-
8	1575	0,44	3,6	4,5	0,10	0,352	630/250	0,358	0,10	4,3	0,45	0,3	3,40	0	5,02	-
10	2300	0,64	16,4	5	0,13	0,403	630/280	0,42	0,14	4,6	0,67	4,4	56,14	0	67,13	-
Σdp														116 Pa		
Tlumič														100 Pa		
Žaluzie														50 Pa		
Externí t. ztráta														266 Pa		

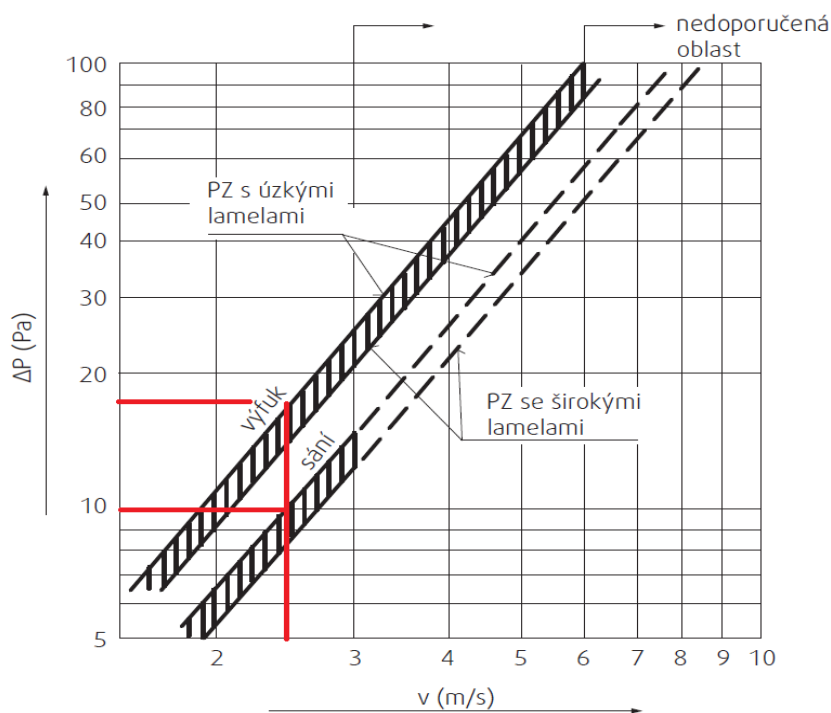
Tab. 14: Dimenze potrubí pro zařízení č. 3

Výfuková a sací žaluzie

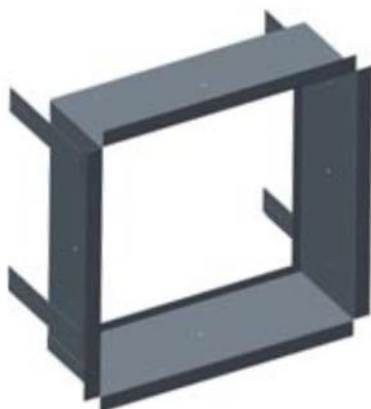
Zařízení	V	V	v'	S	d'	AxB	d	S	v
-	m ³ /h	m ³ /s	m/s	m ²	m	mm/mm	m	m ²	m/s
1	1950	0,54	2,5	0,22	0,53	500/560	0,528	0,22	2,47
2	2500	0,69	2,5	0,28	0,59	500/800	0,615	0,30	2,34
3	2300	0,64	2,5	0,26	0,57	500/710	0,587	0,27	2,36

Tab. 15: Dimenzování potrubí za jednotkou exteriér

Protidešťová žaluzie je z nerezové pozinkované oceli a je opatřena ochranným sítím.



Graf 7: Návrh graf tlakové ztráty protidešťové žaluzie



Obr. 19: Montážní rám protidešťové žaluzie

8 Návrh vzduchotechnických jednotek

TABULKA PARAMETRŮ

Č. Zařízení	Popis	Ventilátory				Provedení jedmtoky	Ohřev		Chlazení (C)		Vlhkkost (%)	
		Přívod		Odvod			tp	ti	tp	ti	Zima	Léto
		V (m3/h)	p(Pa)	V(m3/h)	p(Pa)							
1	Teplovzdušné větrání	1950	751	1950	535	Venkovní	23	22	26	26	-	-
2	Teplovzdušné větrání	2500	927	2500	579	Venkovní	23	22	26	26	-	-
3	Teplovzdušné větrání	2300	864	2300	534	Venkovní	23	22	26	26	40	-

Tab. 16: Tabulka parametrů jednotlivých zařízení

VZT zařízení č. 1 je ve venkovním provedení opatřena základovým rámem a stříškou. Plášť jednotky je opatřen protikorozní ochranou.

STRUČNÁ SPECIFIKACE ZAŘÍZENÍ

Základní parametry zařízení

Druh, rozměr AeroMaster XP 04
Řídicí jednotka VCS (Climatix) Ne

Hmotnost (+10%) 976 kg
Umístění VZT jednotky Venkovní včetně stříšky
Materiálové provedení
Vnější plášť Lakovaný plech (RAL 9002)
Vnitřní plášť Pozinkovaný plech

	Přívod	Odvod
Průtok vzduchu	1950 m³/h	1950 m³/h
Externí tlaková rezerva	300 Pa	350 Pa
Rychlost v průřezu	1.97 m/s	1.97 m/s
Výkon motoru nominální	1.10 kW	0.75 kW
Typ motoru ventilátoru	AC motor	AC motor
Frekv. měnič součást dodávky	Ano (IP21)	Ano (IP21)
1. stupeň filtrace	M5 / ISO Coarse 80 %	M5 / ISO Coarse 80 %
2. stupeň filtrace	F9 / ISO ePM 1 85%	-
SFP _{vi}	1313 W.m³.s	1115 W.m³.s

Model box AMXP3



	Parametry pláště dle EN1886
	Mechanická stabilita D2(M)
	Netěsnost skříně L2(M)
	Termická izolace T3(M)
	Faktor tepelných mostů TB3(M)
SFP _{IAHU}	2429 W.m³.s
	Netěsnost mezi filtrem a rámem < 0,5 % (F9)

Nejdůležitější parametry vybraných komponentů

	Na straně vzduchu	Na straně média
Zpětný zisk tepla	-12.0 → 9.4 °C	63 %, 13.7 kW
Ohřev	9.4 → 23.0 °C	80/55 °C, Voda, 4.2 kPa, 0.31 m³/h, 1 "
Chlazení	28.4 → 26.0 °C	7/16 °C, Voda, 1.5 kPa, 0.14 m³/h, 1 "

Detailní specifikace a výsledné parametry jsou součástí detailní specifikace vzduchotechnického zařízení

Hlukové parametry zařízení

	LwA _{okt} [dB]								ΣLwA [dB(A)]
Oktávové pásmo	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	
Přívod - sání	41	44	50	58	54	50	44	39	60
Přívod - výtlak	46	52	61	70	72	69	59	52	76
Přívod - okolí	40	38	45	48	51	50	45	34	56
Odvod - sání	43	49	59	67	65	62	60	55	71
Odvod - výtlak	41	46	55	60	63	61	55	47	67
Odvod - okolí	37	36	45	45	48	47	44	32	53

ID nabídky
Projekt
Číslo / Název zařízení
Určení jednotky

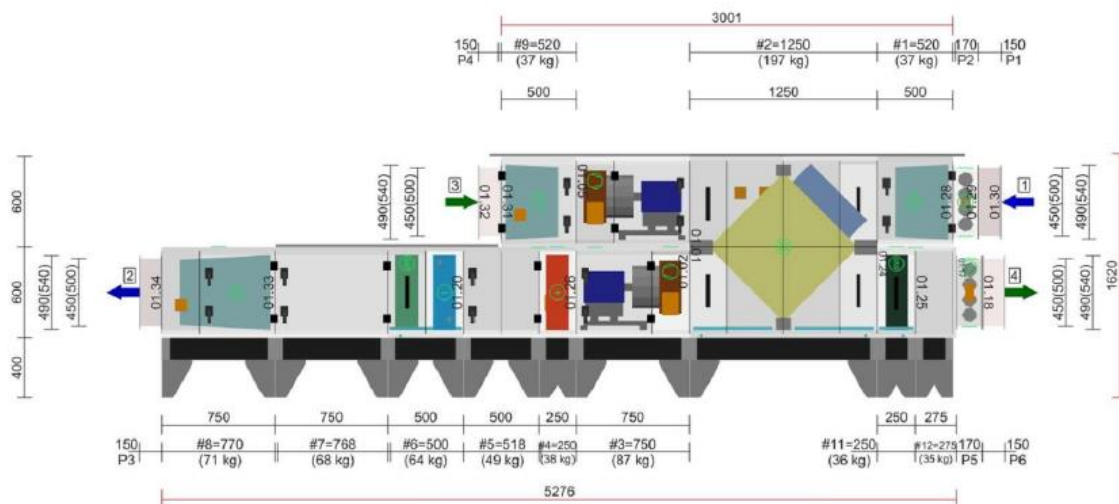
[VZT č 1] VZT č 1
01 / Zařízení číslo 1
Standardní prostředí



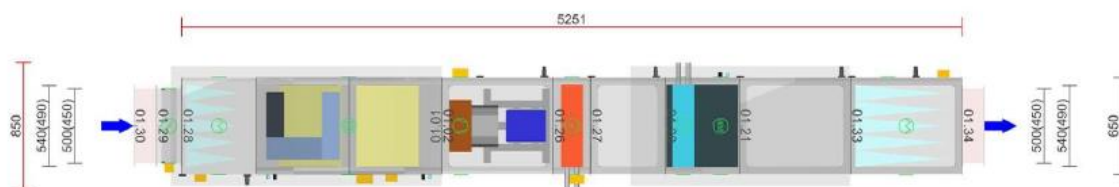
GRAFICKÉ POHLEDY

Bokorys servisní strany

Číslování větví: 1 - venkovní vzduch, 2 - přívodní vzduch, 3 - odtahový vzduch, 4 - odpadní vzduch, 5 - cirkulační vzduch



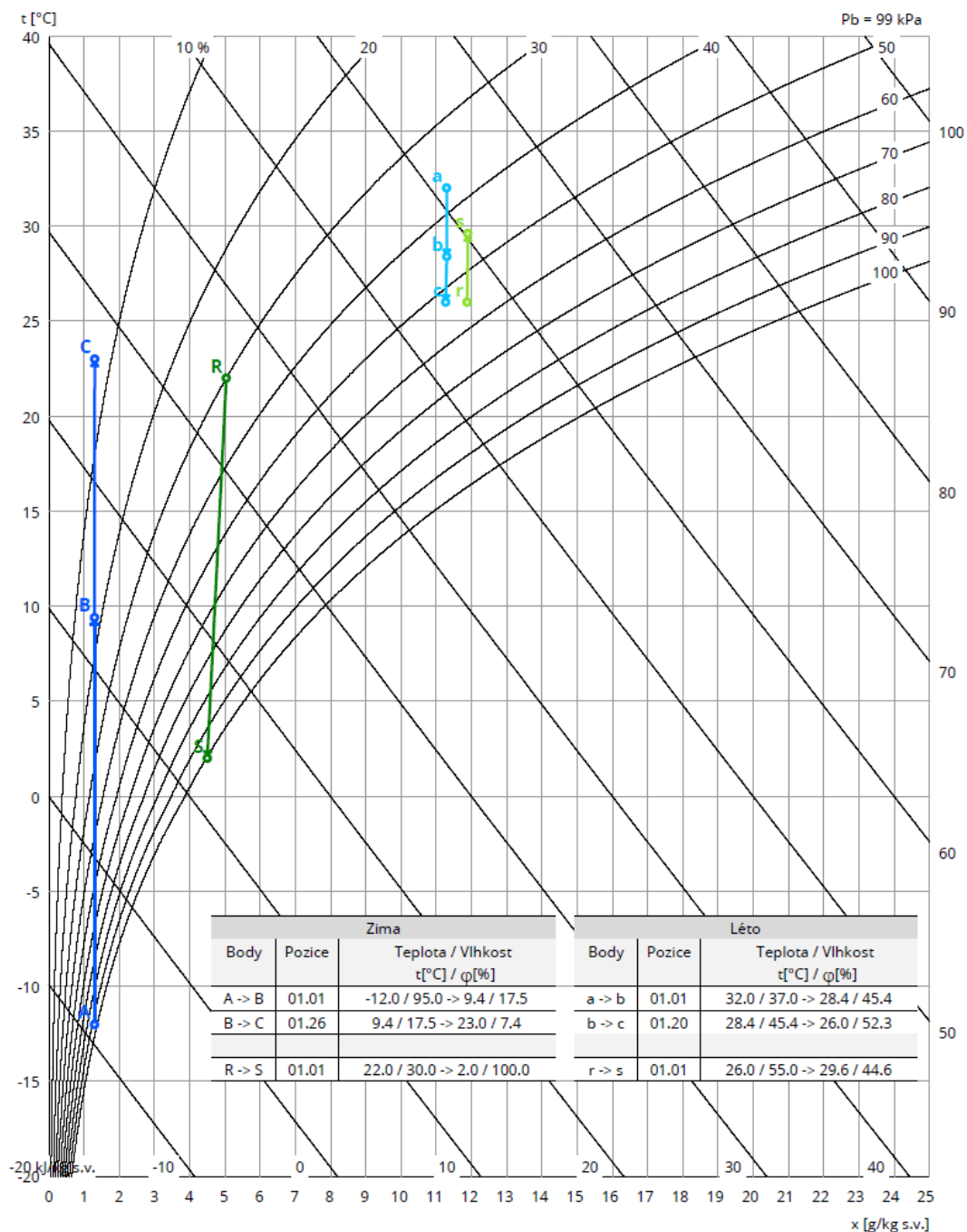
Půdorys přívodní větve



Půdorys odtahové větve



Psychrometrický diagram



Obr. 20: h-x diagram pro zařízení č. 1

VZT zařízení č. 2 je ve venkovním provedení opatřena základovým rámem a stříškou. Plášť jednotky je opatřen protikorozi ochranou.

STRUČNÁ SPECIFIKACE ZAŘÍZENÍ

Základní parametry zařízení									
Druh, rozměr	AeroMaster XP 04								
Řídicí jednotka VCS (Climatix)	Ne								
Hmotnost (+/-10%)	982 kg								
Umístění VZT jednotky	Venkovní včetně stříšky								
Materiálové provedení									
Vnější plášť	Lakovaný plech (RAL 9002)								
Vnitřní plášť	Pozinkovaný plech								
	Přívod	Odvod							
Průtok vzduchu	2500 m³/h	2500 m³/h							
Externí tlaková rezerva	300 Pa	350 Pa							
Rychlost v průřezu	2.53 m/s	2.53 m/s							
Výkon motoru nominální	1.10 kW	0.75 kW							
Typ motoru ventilátoru	AC motor	AC motor							
Frekv. měnič součást dodávky	Ano (IP21)	Ano (IP21)							
1. stupeň filtrace	M5 / ISO Coarse 80 %	M5 / ISO Coarse 80 %							
2. stupeň filtrace	F9 / ISO ePM 1 85%	-							
SFP _{vi}	1503 W.m ⁻³ .s	1197 W.m ⁻³ .s							
	Parametry pláště dle EN1886								
	Mechanická stabilita	D2(M)							
	Netěsnost skříně	L2(M)							
	Termická izolace	T3(M)							
	Faktor tepelných mostů	TB3(M)							
	Netěsnost mezi filtrem a rámem	< 0,5 % (F9)							
SFP _{vahu}	2700 W.m ⁻³ .s								
Nejdůležitější parametry vybraných komponentů									
	Na straně vzduchu	Na straně média							
Zpětný zisk tepla	-12.0 -> 6.1 °C	53 %, 14.9 kW							
Ohřev	6.1 -> 23.0 °C	14.6 kW							
Chlazení	29.0 -> 26.0 °C	2.5 kW							
Detailní specifikace a výsledné parametry jsou součástí detailní specifikace vzduchotechnického zařízení									
Hlukové parametry zařízení									
	LwA _{okt} [dB]								ΣLwA [dB(A)]
Oktávové pásmo	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	
Přívod - sání	48	52	58	68	64	61	57	52	71
Přívod - výtlak	50	55	63	73	75	72	62	56	78
Přívod - okolí	44	42	48	52	53	54	49	38	59
Odvod - sání	47	53	62	72	70	66	64	59	75
Odvod - výtlak	48	54	63	73	75	74	68	63	79
Odvod - okolí	42	40	48	52	52	52	47	38	58



ID nabídky
Projekt
Číslo / Název zařízení
Určení jednotky

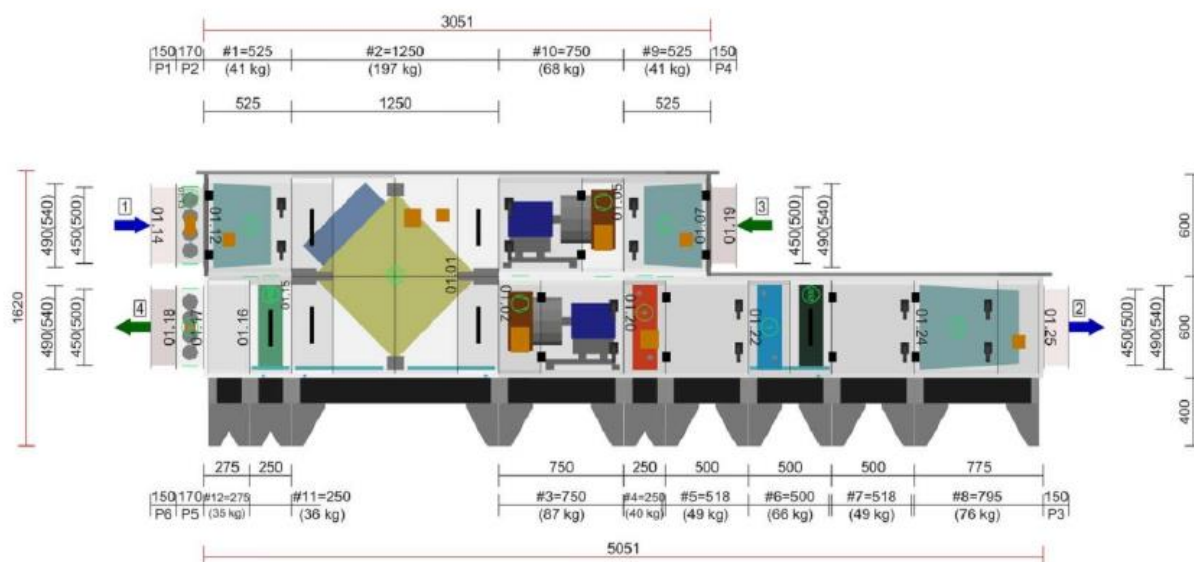
[Zařízení číslo 2] Zařízení číslo 2
01 / Zařízení číslo 2
Standardní prostředí



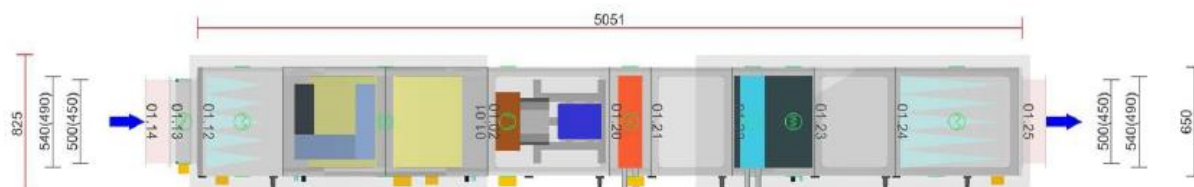
GRAFICKÉ POHLEDY

Bokorys servisní strany

Číslování větví: 1 - venkovní vzduch, 2 - přírodní vzduch, 3 - odtahový vzduch, 4 - odpadní vzduch, 5 - cirkulační vzduch



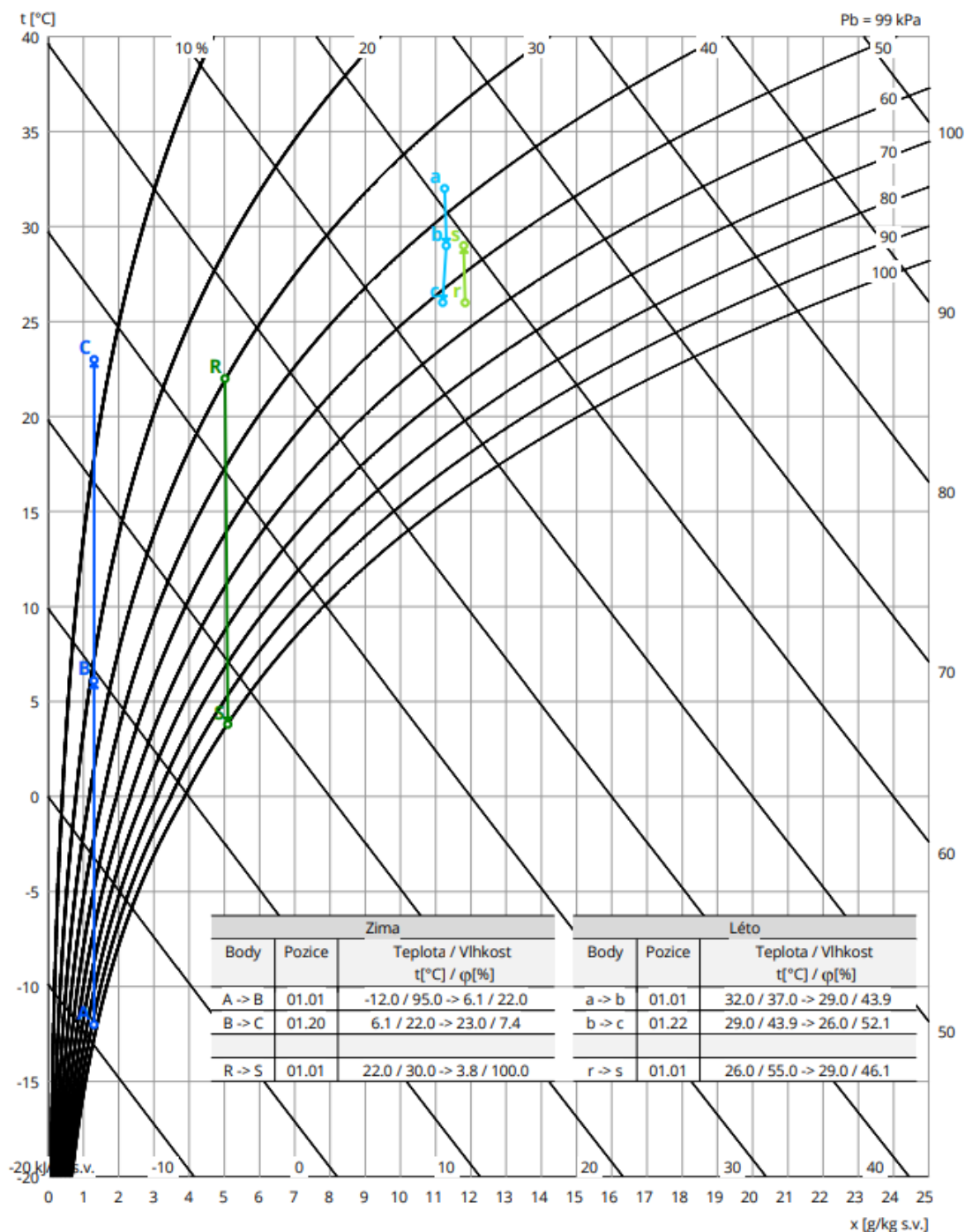
Půdorys přírodní větve



Půdorys odtahové větve



Psychrometrický diagram




Obr. 21: h-x diagram pro zařízení č. 2

VZT zařízení č. 3 je ve venkovním provedení opatřena základovým rámem a stříškou. Plášť jednotky je opatřen protikorozi ochranou.

STRUČNÁ SPECIFIKACE ZAŘÍZENÍ

Základní parametry zařízení								
Druh, rozměr	AeroMaster XP 04							
Řídicí jednotka VCS (Climatix)	Ne							
Hmotnost (+/- 10%)	1 109 kg							
Umístění VZT jednotky	Venkovní včetně stříšky							
Materiálové provedení								
Vnější plášť	Lakovaný plech (RAL 9002)							
Vnitřní plášť	Pozinkovaný plech							
	Přívod	Odvod						
Průtok vzduchu	2300 m³/h	2300 m³/h						
Externí tlaková rezerva	300 Pa	300 Pa						
Rychlost v průřezu	2.33 m/s	2.33 m/s						
Výkon motoru nominální	1.10 kW	1.10 kW						
Typ motoru ventilátoru	AC motor	AC motor						
Frekv. měnič součást dodávky	Ano (IP21)	Ano (IP21)						
1. stupeň filtrace	M5 / ISO Coarse 80 %	M5 / ISO Coarse 80 %						
2. stupeň filtrace	F9 / ISO ePM 1 85%	-						
SFP _{vi}	1413 W.m³.s	1157 W.m³.s						
	Parametry pláště dle EN1886							
	Mechanická stabilita	D2(M)						
	Netěsnost skříně	L2(M)						
	Termická izolace	T3(M)						
	Faktor tepelných mostů	TB3(M)						
SFP _{vAHU}	2570 W.m³.s	Netěsnost mezi filtrem a rámem < 0,5 % (F9)						
Nejdůležitější parametry vybraných komponentů								
	Na straně vzduchu	Na straně média						
Zpětný zisk tepla	-12.0 -> 9.8 °C	64 %, 16.4 kW						
Ohřev	9.8 -> 23.0 °C	10.3 kW						
Chlazení	28.5 -> 26.0 °C	1.8 kW						
Vlhčení	23.0 -> 23.0 °C	7/16 °C, Voda, 1.9 kPa, 0.17 m³/h, 1 "						
		25.0 kg/h, 18.8 kW**						
Detailní specifikace a výsledné parametry jsou součástí detailní specifikace vzduchotechnického zařízení								
** Napájení a jištění zvlhčovače není řešeno z ŘJ VCS								
Hlukové parametry zařízení								
	LwAokt [dB]							ΣLwA [dB(A)]
Oktávové pásmo	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Přívod - sání	44	47	52	60	55	52	47	41
Přívod - výtlak	49	54	63	72	74	71	62	55
Přívod - okolí	43	40	47	50	52	52	48	37
Odvod - sání	46	51	60	70	68	65	62	58
Odvod - výtlak	44	48	56	64	65	64	57	50
Odvod - okolí	40	38	46	49	51	50	46	36



Model box AMXP3



ID nabídky

Projekt

Číslo / Název zařízení

Určení jednotky

[1] Zařízení číslo 3

01 / Zařízení číslo 3

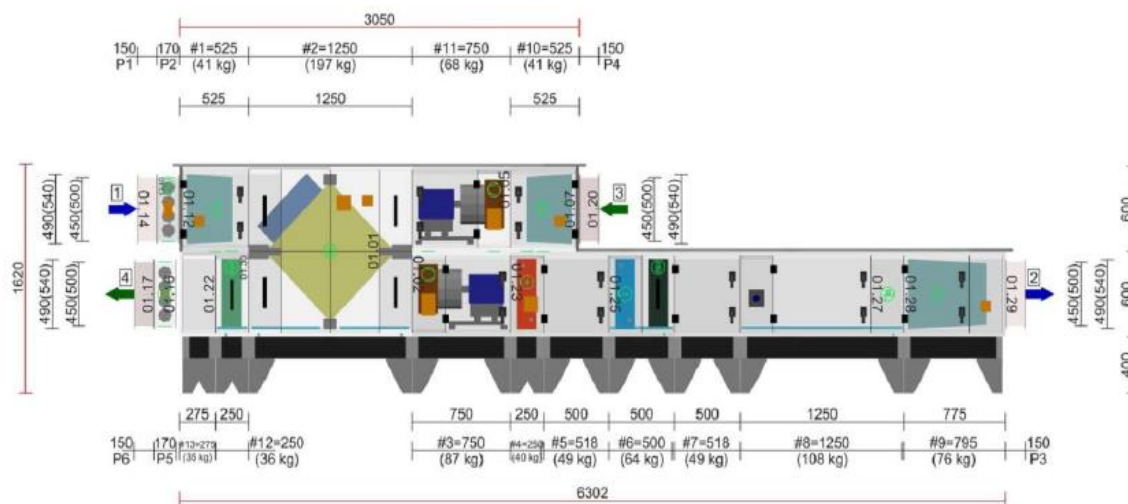
Standardní prostředí



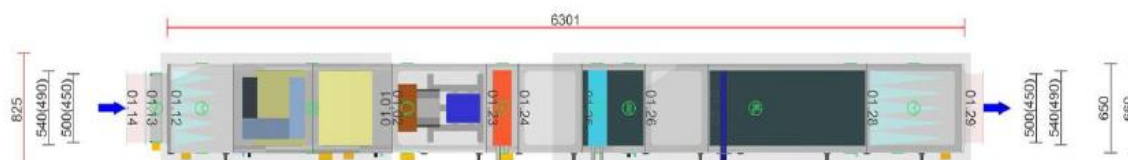
GRAFICKÉ POHLEDY

Bokorys servisní strany

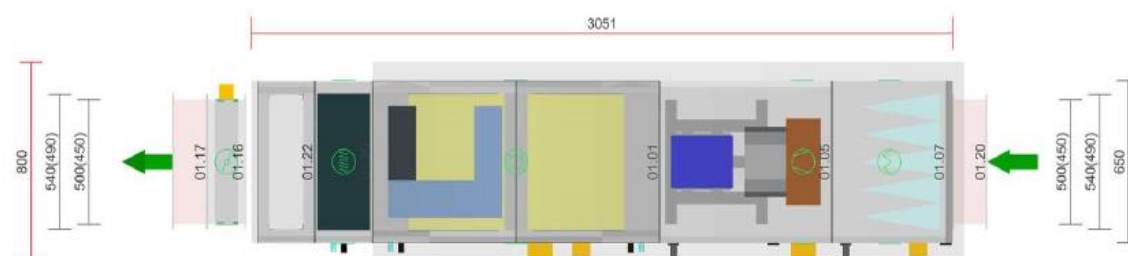
Číslování větví: 1 - venkovní vzduch, 2 - přívodní vzduch, 3 - odtahový vzduch, 4 - odpadní vzduch, 5 - cirkulační vzduch



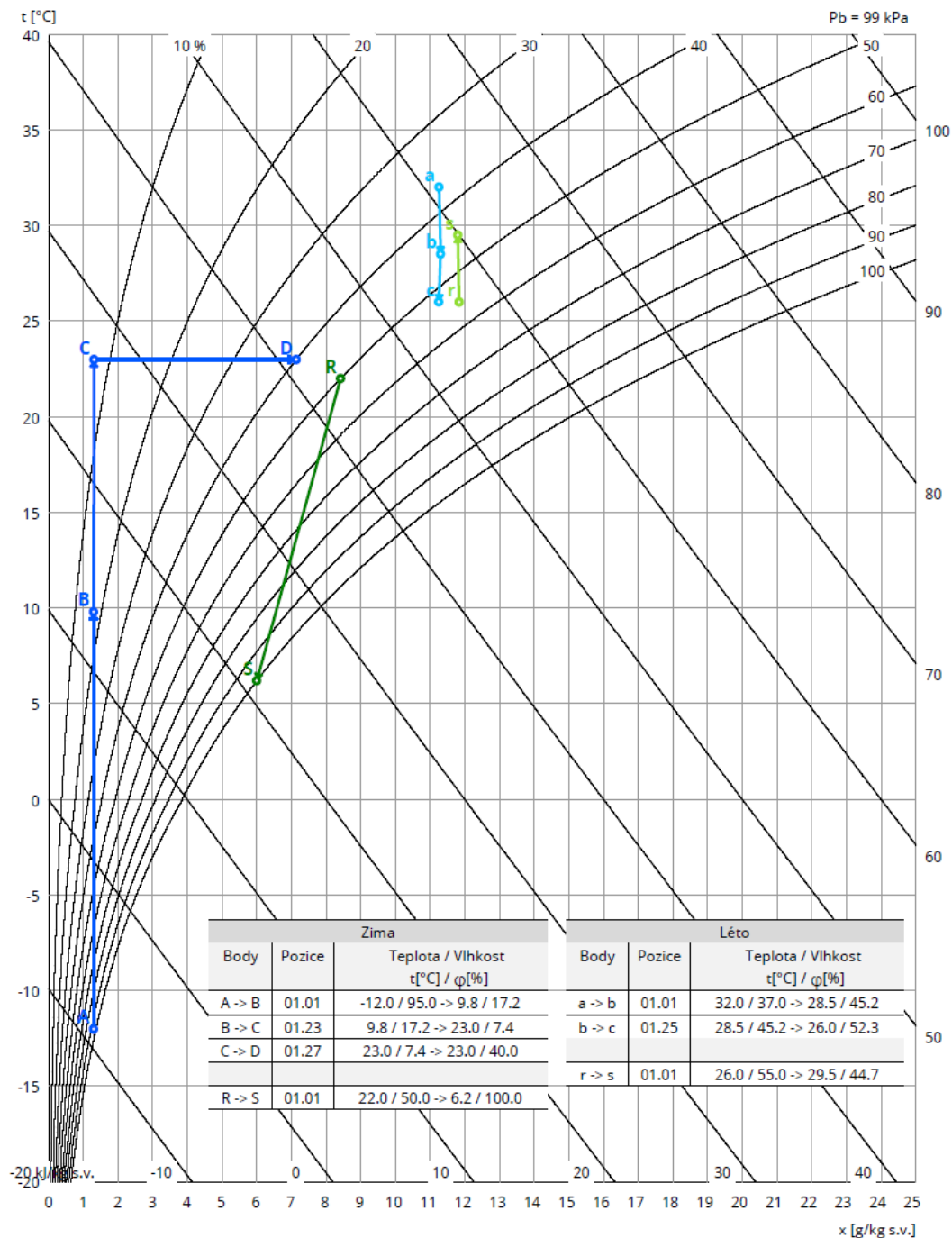
Půdorys přívodní větve



Půdorys odtahové větve



Psychrometrický diagram

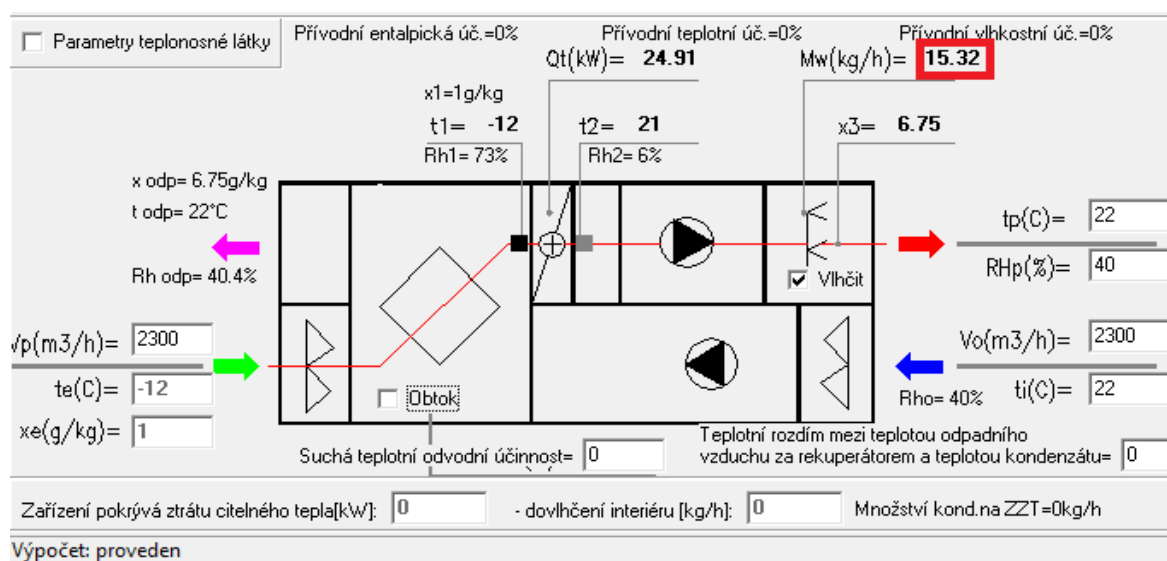


Obr. 22: h-x diagram pro zařízení č. 3

9 Vyvíječ páry

9.1 Návrh vyvíječe páry

Vyvíječ páry je navrhnut pro laboratoře v 1.NP pro zimní období. Zvlhčování vodou na hodnotu relativní vlhkosti vzduchu 40 %. Je součástí VZT zařízení číslo 3. Výpočtem byla zjištěna hodnota potřeba páry za hodinu a to 15,32 kg/h. Na základě výsledku výpočtu byl zvolen vyvíječ páry o maximálním výkonu páry 20 kg/h.



Obr. 23: Návrh vyvíječe páry

Přípojní elektro

Model	Condair RS (RS-P) 5 až 40	Condair RS (RS-P) 50 až 80
Napájení regulace	230 V/1N~/50 Hz	230 V/1N~/50 Hz
Napájení ohřevu	400 V/3~/50 Hz	2 x 400 V/3~/50 Hz (2x M) nebo 400 V/3~/50 Hz (L)

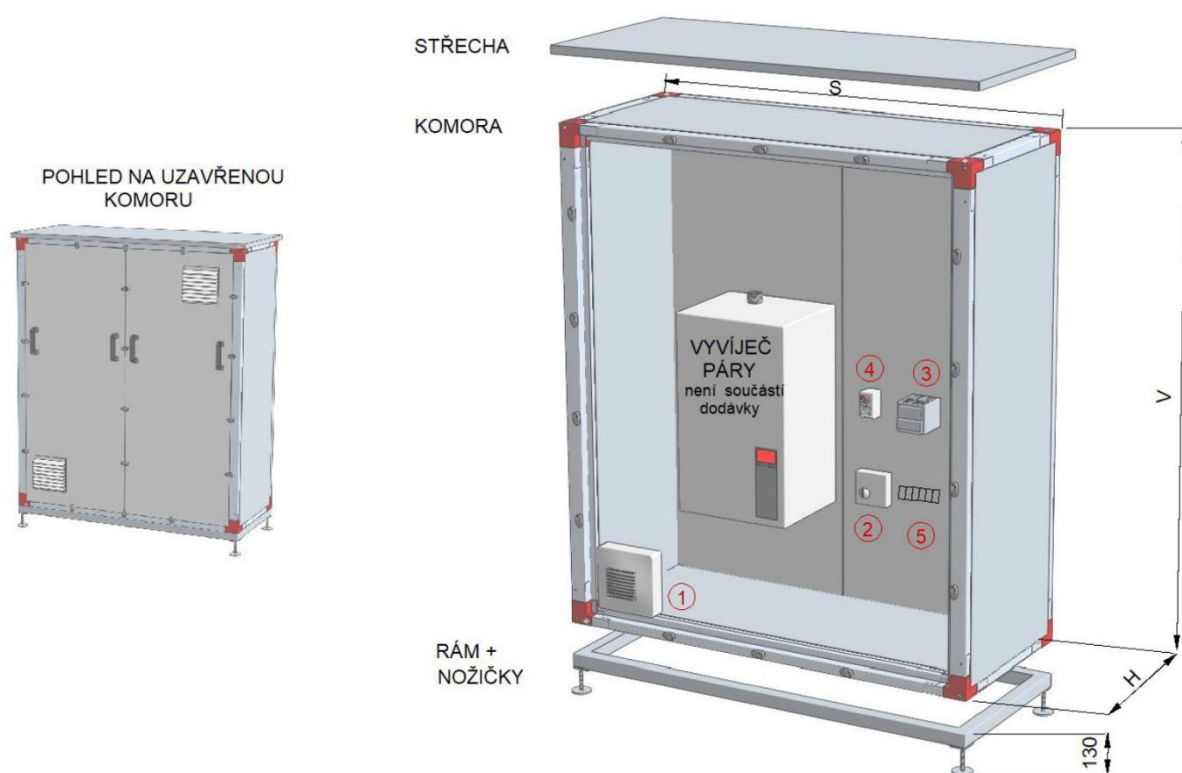
Jištění

Napájení ohřevu	Max. parní výkon (kg/h)	Condair		Uspořádání jednotek *	Nominální příkon (kW)	Nominální proud (A)	Jištění F3 (A)
		RS	RS-P				
400V3 (400 V/3~/50 Hz)	5	5	5	S	3,8	5,5	10
	8	8	8	S	6,0	8,7	10
	10	10	10	S	7,5	11,0	16
	16	16	16	M	12,0	17,4	20
	20	20	20	M	14,9	21,5	23
	24	24	24	M	18,1	26,2	32
	30	30	30	M	22,3	32,3	40
	40	40	40	M	30,0	43,3	63
	50	50 50L	50 50L	2x M** L	14,9+22,3 37,2	21,5+32,3 53,8	25+40 63
	60	60 60L	60 60L	2x M** L	22,3+22,3 44,6	32,3+32,3 64,6	2x 40 80
	80	80 80L	80 80L	2x M** L	30,0+30,0 60	43,3+43,3 86,6	2x 63 100
	100	100	100	3x M**	2x 22,3+30,0	2x 32,3+43,3	2x40 + 63
	120	120	120	3x M**	3x 30,0	3x 43,3	3x 63
	140	140	140	4x M**	2x 22,3+2x 30,0	2x 32,3+2x 43,3	2x 40+2x 63
	160	160	160	4x M**	4x 30,0	4x 43,3	4x 63

Obr. 24: Výběr konkrétního parního vyvíječe

9.2 Komora vyvíječe páry

Jelikož se VZT jednotka i s vyvíječem páry nachází ve venkovním prostředí, je nutné, aby parní vyvíječ byl chráněn proti povětrnostním vlivům a mrazu. Z tohoto důvodu je navržena externí komora s ventilátorem s uzavírací klapkou, venkovní žaluzií, elektrickým ohřívačem s ventilátorem a termostatem pro jeho spuštění. Komora zajišťuje vnitřní teplotu nad bodem mrazu kolem 3 – 5°C a provětrávání prostoru okolním vzduchem při teplotě vzduchu ve vnitřním prostředí vyšší, než je nastavená (25 – 30°C). Opláštění komory tvoří tepelně izolované panely o tl. 50 mm.



- 1 – Ventilátor s uzavírací klapkou a venkovní žaluzií
- 2 – Termostat pro spuštění ventilátoru s uzavírací klapkou
- 3 – Elektrický ohřívač s ventilátorem
- 4 – Termostat pro spuštění elektrického ohřívače
- 5 – Svorkovnice, propojovací kabely

Obr. 25: Komora parního vyvíječe

10 Útlum hluku

Pro útlum hluku byly použity buňkové tlumiče.

10.1 Útlum hluku pro zařízení číslo 1 přívod

Zařízení číslo 1 Přívod (Sání)

pozice	Hladina akust. výkonu		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	L _{eqv}
	Prvek potrubní sítě		SÁNÍ (Vstup)								
	1.01	útlum vlastní hluk	0	0	0	0	0	0	0	0	
			42	48	55	63	61	57	53	48	
	průtok vzduchu (m3/h)	1 950	16	32	46	60	61	58	54	47	65
	šířka	800									dB(A)
	výška	1500									
	plocha	-									
	náběhová rychlost	-									
	korekce	-									
	L _w (dB(A))		16	32	46	60	61	58	54	47	65,1

	Tlumič	útlum	9	12	19	26	28	24	18	10	
	(200x500x1000) 2x	vlastní hluk	42	36	30	24	18	12	6	0	
	průtok vzduchu (m3/h)	1 950	16	20	21	21	18	13	7	-1	27
	šířka (mm)	500									dB(A)
	výška (mm)	400									
	plocha (m)	0,2									
	náběhová rychlost (m/s)	2,71									
	korekce	-									
	L _w (dB(A))		16	23	28	34	33	34	36	37	42,3

Tab. 17: Útlum hluku přívodního potrubí do venkovního prostředí

$$L_p = L_{w,s} + 10 \cdot \log\left(\frac{Q}{4 \cdot \pi \cdot r^2} + 1\right) = 42,3 + 10 \cdot \log\left(\frac{4}{4 \cdot \pi \cdot 1^2} + 1\right) = 44 \text{ dB}$$

Zařízení číslo 1 Přívod (Výtlač)

pozice	Hladina akust. výkonu		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	L _{eqv}
	Prvek potrubní sítě		VÝTLAK (Výstup)								
	1.01	útlum vlastní hluk	0	0	0	0	0	0	0	0	
			45	50	60	68	72	67	58	50	
	průtok vzduchu (m3/h)	1 950	19	34	51	65	72	68	59	49	74
	šířka	800									dB(A)
	výška	1500									
	plocha	-									
	náběhová rychlost	-									
	korekce	-									
	L _w (dB(A))		19	34	51	65	72	68	59	49	74,2

	Tlumič	útlum	9	12	19	26	28	24	18	10	
	(200x500x1000) 2x	vlastní hluk	42	36	30	24	18	12	6	0	
	průtok vzduchu (m3/h)	1 950	16	20	21	21	18	13	7	-1	27
	šířka (mm)	500									dB(A)
	výška (mm)	400									
	plocha (m)	0,2									
	náběhová rychlost (m/s)	2,71									
	korekce	-									
	L _w (dB(A))		17	24	33	39	44	44	41	39	49,1

Tlumič	útlum	9	12	19	26	28	24	18	10
(200x500x1000) 2x	vlastní hlu	42	36	30	24	18	12	6	0
průtok vzduchu (m3/h)	1 950	16	20	21	21	18	13	7	-1
šířka (mm)	500	Tlaková ztráta= 16Pa							
výška (mm)	400								
plocha (m)	0,2								
náběhová rychlost (m/s)	2,71								
korekce									
Lw (dB/A)		16	21	22	21	20	21	23	29

27
dB(A)

32,2

Tab. 18: Útlum hluku přívodního potrubí do vnitřního prostředí

$$L_p = L_{w,s} + 10 \cdot \log\left(\frac{Q}{4 \cdot \pi \cdot r^2} + \frac{4}{A}\right) = 32,2 + 10 \cdot \log(2/(4 \cdot \pi \cdot 1,4^2) + (4/17,8)) = 27 \text{ dB}$$

10.2 Útlum hluku pro zařízení číslo 1 odvod

Zařízení číslo 1 Odvod (Sání)

pozice	Hladina akust. výkonu		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000 L ekv
	Prvek potrubní sítě		SÁNÍ (Vstup)							
	1.01	útlum	0	0	0	0	0	0	0	
		vlastní hlu	42	48	59	66	65	62	59	55
	průtok vzduchu (m3/h)	1 950	16	32	50	63	65	63	60	54
	šířka (mm)	800	Tlaková ztráta= 16Pa							
	výška (mm)	1500								
	plocha (m)	-								
	náběhová rychlost (m/s)	-								
	korekce	-								
	Lw (dB/A)		16	32	50	63	65	63	60	54

69
dB(A)

69,3

Tlumič	útlum	9	12	19	26	28	24	18	10
(200x500x1000) 2x	vlastní hlu	42	36	30	24	18	12	6	0
průtok vzduchu (m3/h)	1 950	16	20	21	21	18	13	7	-1
šířka (mm)	500	Tlaková ztráta= 16Pa							
výška (mm)	400								
plocha (m)	0,2								
náběhová rychlost (m/s)	2,7								
korekce									
Lw (dB/A)		16	23	32	37	37	39	42	44

27
dB(A)

48

Tlumič	útlum	9	12	19	26	28	24	18	10
(200x500x1000) 2x	vlastní hlu	42	36	30	24	18	12	6	0
průtok vzduchu (m3/h)	1 950	16	20	21	21	18	13	7	-1
šířka (mm)	500	Tlaková ztráta= 16Pa							
výška (mm)	400								
plocha (m)	0,2								
náběhová rychlost (m/s)	2,7								
korekce									
Lw (dB/A)		16	20	22	21	19	17	24	34

27
dB(A)

35,2

Tab. 19: Útlum hluku odvodního potrubí do vnitřního prostředí

$$L_p = L_{w,s} + 10 \cdot \log\left(\frac{Q}{4 \cdot \pi \cdot r^2} + \frac{4}{A}\right) = 35,2 + 10 \cdot \log(2/(4 \cdot \pi \cdot 1,4^2) + (4/9,28)) = 32 \text{ dB}$$

Zařízení číslo 1 Odvod (Výtlač)

pozice	Hladina akust. výkonu		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000 L ekv
	Prvek potrubní sítě		VÝTLAK (Výstup)							
	1.01	útlum vlastní hlu	0	0	0	0	0	0	0	
			42	49	60	66	71	69	64	56
	průtok vzduchu (m3/h)	1 950	16	33	51	63	71	70	65	55
	šířka (mm)	800								
	výška (mm)	1500								
	plocha (m)	-								
	náběhová rychlost (m/s)	-								
	korekce	-								
	Lw (dB(A))		16	33	51	63	71	70	65	55
										74,6

	Tlumič (200x500x1000) 2x	útlum vlastní hlu	9	12	19	26	28	24	18	10
			42	36	30	24	18	12	6	0
	průtok vzduchu (m3/h)	1 950	16	20	21	21	18	13	7	-1
	šířka (mm)	500								
	výška (mm)	400								
	plocha (m)	0,2								
	náběhová rychlost (m/s)	2,7								
	korekce									
	Lw (dB(A))		16	23	33	37	43	46	47	45
										52

	Tlumič (200x500x1000) 2x	útlum vlastní hlu	9	12	19	26	28	24	18	10
			42	36	30	24	18	12	6	0
	průtok vzduchu (m3/h)	1 950	16	20	21	21	18	13	7	-1
	šířka (mm)	500								
	výška (mm)	400								
	plocha (m)	0,2								
	náběhová rychlost (m/s)	2,7								
	korekce									
	Lw (dB(A))		16	20	22	21	20	23	29	35
										37

Tab. 20: Útlum hluku odvodního potrubí do venkovního prostředí

$$L_p = L_{w,s} + 10 \cdot \log\left(\frac{Q}{4 \cdot \pi \cdot r^2} + 1\right) = 37 + 10 \cdot \log\left(\frac{4}{4 \cdot \pi \cdot 1^2} + 1\right) = 38 \text{ dB}$$

10.3 Útlum hluku pro zařízení číslo 2 přívod

Zařízení číslo 2 Přívod (Výtlač)

pozice	Hladina akust. výkonu		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000 L ekv
	Prvek potrubní sítě		VÝTLAK (Výstup)							
	2.01	útlum vlastní hlu	0	0	0	0	0	0	0	
			49	54	62	71	74	70	61	55
	průtok vzduchu (m3/h)	2 500	23	38	53	68	74	71	62	54
	šířka (mm)	800								
	výška (mm)	1500								
	plocha (m)	-								
	náběhová rychlost (m/s)	-								
	korekce	-								
	Lw (dB(A))		23	38	53	68	74	71	62	54
										76,7

	Tlumič (200x500x1000) 2x	útlum vlastní hlu	9	12	19	26	28	24	18	10
			49	43	37	32	26	20	15	9
	průtok vzduchu (m3/h)	2 500	23	27	28	29	26	21	16	8
	šířka (mm)	500								
	výška (mm)	400								
	plocha (m)	0,2								
	náběhová rychlost (m/s)	3,5								
	korekce									
	Lw (dB(A))		23	29	35	42	46	47	44	44
										52,1

	Tlumič	útlum	9	12	19	26	28	24	18	10	
	(200x500x1000) 2x	vlastní hluk	49	43	37	32	26	20	15	9	
	průtok vzduchu (m3/h)	2 500	23	27	28	29	26	21	16	8	34
	šířka (mm)	500									
	výška (mm)	400									
	plocha (m)	0,2									
	náběhová rychlost (m/s)	3,5									
	korekce										
	Lw (dB(A))		23	27	29	29	27	25	26	34	37,8

Tab. 21: Útlum hluku přívodního potrubí do vnitřního prostředí

$$L_p = L_{w,s} + 10 \cdot \log\left(\frac{Q}{4 \cdot \pi \cdot r^2} + \frac{4}{A}\right) = 37,8 + 10 \cdot \log(2/(4 \cdot \pi \cdot 1,4^2) + (4/15,6)) = 33 \text{ dB}$$

Zařízení číslo 2 Přívod (Sání)

pozice	Hladina akust. výkonu		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	L _{ekv}
	Prvek potrubní sítě										
	2.01	útlum									
		vlastní hluk	0	0	0	0	0	0	0	0	
	průtok vzduchu (m3/h)	2 500	48	52	58	68	64	61	57	52	
	šířka (mm)	800	22	36	49	65	64	62	58	51	69
	výška (mm)	1500									
	plocha (m)	-									
	náběhová rychlost (m/s)	-									
	korekce	-									
	Lw (dB(A))		22	36	49	65	64	62	58	51	69,1

	Tlumič	útlum	9	12	19	26	28	24	18	10	
	(200x500x1000) 2x	vlastní hluk	49	43	37	32	26	20	15	9	
	průtok vzduchu (m3/h)	2 500	23	27	28	29	26	21	16	8	34
	šířka (mm)	500									
	výška (mm)	400									
	plocha (m)	0,2									
	náběhová rychlost (m/s)	3,5									
	korekce										
	Lw (dB(A))		23	29	33	39	36	38	40	41	46,5

Tab. 22: Útlum hluku přívodního potrubí do venkovního prostředí

$$L_p = L_{w,s} + 10 \cdot \log\left(\frac{Q}{4 \cdot \pi \cdot r^2} + 1\right) = 46,5 + 10 \cdot \log(4/(4 \cdot \pi \cdot 1^2) + (1)) = 48 \text{ dB}$$

10.4 Útlum hluku pro zařízení číslo 2 odvod

Zařízení číslo 2 Odvod (Sání)

pozice	Hladina akust. výkonu		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	L ekv
	Prvek potrubní sítě		SÁNÍ (Vstup)								
	2.01	útlum	0	0	0	0	0	0	0	0	
		vlastní hluk	47	53	62	72	70	66	63	59	
	průtok vzduchu (m3/h)	2 500	21	37	53	69	70	67	64	58	74
	šířka (mm)	800									dB(A)
	výška (mm)	1500									
	plocha (m)	-									
	náběhová rychlost (m/s)	-									
	korekce	-									
	Lw (dB(A))		21	37	53	69	70	67	64	58	74,2

	Tlumič	útlum	9	12	19	26	28	24	18	10	
	(200x500x1000) 2x	vlastní hluk	49	43	37	32	26	20	15	9	
	průtok vzduchu (m3/h)	2 500	23	27	28	29	26	21	16	8	34
	šířka (mm)	500									dB(A)
	výška (mm)	400									
	plocha (m)	0,2									
	náběhová rychlost (m/s)	3,5									
	korekce										
	Lw (dB(A))		23	29	35	43	42	43	46	48	52

	Tlumič	útlum	9	12	19	26	28	24	18	10	
	(200x500x1000) 2x	vlastní hluk	49	43	37	32	26	20	15	9	
	průtok vzduchu (m3/h)	2 500	23	27	28	29	26	21	16	8	34
	šířka (mm)	500									dB(A)
	výška (mm)	400									
	plocha (m)	0,2									
	náběhová rychlost (m/s)	3,5									
	korekce										
	Lw (dB(A))		23	27	29	29	26	23	28	38	39,9

Tab. 23: Útlum hluku odvodního potrubí do vnitřního prostředí

$$L_p = L_{w,s} + 10 \cdot \log\left(\frac{Q}{4 \cdot \pi \cdot r^2} + \frac{4}{A}\right) = 39,9 + 10 \cdot \log(2/(4 \cdot \pi \cdot 1,4^2) + (4/9,28)) = 37 \text{ dB}$$

Zařízení číslo 2 Odvod (Výtlač)

pozice	Hladina akust. výkonu		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	L ekv
	Prvek potrubní sítě		VÝTLAK (Výstup)								
	2.01	útlum	0	0	0	0	0	0	0	0	
		vlastní hluk	48	53	63	73	75	74	67	63	
	průtok vzduchu (m3/h)	2 500	22	37	54	70	75	75	68	62	79
	šířka (mm)	800									dB(A)
	výška (mm)	1500									
	plocha (m)	-									
	náběhová rychlost (m/s)	-									
	korekce	-									
	Lw (dB(A))		22	37	54	70	75	75	68	62	79,2

Tlumič	útlum	9	12	19	26	28	24	18	10
(200x500x1000) 2x	vlastní hluk	49	43	37	32	26	20	15	9
průtok vzduchu (m3/h)	2 500	23	27	28	29	26	21	16	8
šířka (mm)	500	Tlaková ztráta= 27Pa							
výška (mm)	400								
plocha (m)	0,2								
náběhová rychlost (m/s)	3,5								
korekce									
Lw (dB(A))		23	29	36	44	47	51	50	52
									34
									dB(A)
									57

Tlumič	útlum	9	12	19	26	28	24	18	10
(200x500x1000) 2x	vlastní hluk	49	43	37	32	26	20	15	9
průtok vzduchu (m3/h)	2 500	23	27	28	29	26	21	16	8
šířka (mm)	500	Tlaková ztráta= 27Pa							
výška (mm)	400								
plocha (m)	0,2								
náběhová rychlost (m/s)	3,5								
korekce									
Lw (dB(A))		23	27	29	29	27	28	32	42
									34
									dB(A)
									43

Tab. 24: Útlum hluku odvodního potrubí do venkovního prostředí

$$L_p = L_{w,s} + 10 \cdot \log\left(\frac{Q}{4 \cdot \pi \cdot r^2} + 1\right) = 43 + 10 \cdot \log(4 / (4 \cdot \pi \cdot 1^2) + 1) = 44 \text{ dB}$$

10.5 Útlum hluku pro zařízení číslo 3 přívod

Zařízení číslo 3 Přívod (Sání)

pozice	Hladina akust. výkonu		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	L _{eqv}
	Prvek potrubní sítě		SÁNÍ (Vstup)								
	3.01	útlum	0	0	0	0	0	0	0	0	
		vlastní hluk	46	50	56	66	63	60	56	51	
	průtok vzduchu (m3/h)	2 300	20	34	47	63	63	61	57	50	68
	šířka (mm)	800	Tlaková ztráta= 23Pa								
	výška (mm)	1500									
	plocha (m)	-									
	náběhová rychlost (m/s)	-									
	korekce	-									
	Lw (dB(A))		20	34	47	63	63	61	57	50	67,7

Tlumič	útlum	9	12	19	26	28	24	18	10
(200x500x1000) 2x	vlastní hluk	46	40	35	29	24	18	12	6
průtok vzduchu (m3/h)	2 300	20	24	26	26	24	19	13	5
šířka (mm)	500	Tlaková ztráta= 23Pa							
výška (mm)	400								
plocha (m)	0,2								
náběhová rychlost (m/s)	3,2								
korekce									
Lw (dB(A))		20	26	31	37	35	37	39	40
									32
									dB(A)
									45,2

Tab. 25: Útlum hluku přívodního potrubí do venkovního prostředí

$$L_p = L_{w,s} + 10 \cdot \log\left(\frac{Q}{4 \cdot \pi \cdot r^2} + 1\right) = 45,2 + 10 \cdot \log(4 / (4 \cdot \pi \cdot 1^2) + 1) = 46 \text{ dB}$$

Zařízení číslo 3 Přívod (Výtlačk)

pozice	Hladina akust. výkonu		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000 L ekv
	Prvek potrubní sítě		VÝTLAK (Výstup)							
	3.01	útlum vlastní hlu	0	0	0	0	0	0	0	0
			49	52	60	70	74	69	59	53
	průtok vzduchu (m3/h)	2 300	23	36	51	67	74	70	60	52
	šířka (mm)	800								
	výška (mm)	1500								
	plocha (m)	-								
	náběhová rychlost (m/s)	-								
	korekce	-								
	Lw (dB/A)		23	36	51	67	74	70	60	52

76
dB(A)

	Tlumič (200x500x1000) 2x	útlum vlastní hlu	9	12	19	26	28	24	18	10
			46	40	35	29	24	18	12	6
	průtok vzduchu (m3/h)	2 300	20	24	26	26	24	19	13	5
	šířka (mm)	500								
	výška (mm)	400								
	plocha (m)	0,2								
	náběhová rychlost (m/s)	3,2								
	korekce									
	Lw (dB/A)		21	27	33	41	46	46	42	42

32
dB(A)

Tlaková ztráta= 23Pa

51,1

	Tlumič (200x500x1000) 2x	útlum vlastní hlu	9	12	19	26	28	24	18	10
			46	40	35	29	24	18	12	6
	průtok vzduchu (m3/h)	2 300	20	24	26	26	24	19	13	5
	šířka (mm)	500								
	výška (mm)	400								
	plocha (m)	0,2								
	náběhová rychlost (m/s)	3,2								
	korekce									
	Lw (dB/A)		20	24	27	26	25	24	24	32

32
dB(A)

Tlaková ztráta= 23Pa

35,6

Tab. 26: Útlum hluku přívodního potrubí do vnitřního prostředí

$$L_p = L_{w,s} + 10 \cdot \log\left(\frac{Q}{4 \cdot \pi \cdot r^2} + \frac{4}{A}\right) = 35,6 + 10 \cdot \log(2/(4 \cdot \pi \cdot 1,4^2) + (4/20,3)) = 30 \text{ dB}$$

10.6 Útlum hluku pro zařízení číslo 3 odvod

Zařízení číslo 3 Odvod (Výtlačk)

pozice	Hladina akust. výkonu		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000 L ekv
	Prvek potrubní sítě		VÝTLAK (Výstup)							
	3.01	útlum vlastní hlu	0	0	0	0	0	0	0	0
			46	52	62	70	73	72	66	60
	průtok vzduchu (m3/h)	2 300	20	36	53	67	73	73	67	59
	šířka (mm)	800								
	výška (mm)	1500								
	plocha (m)	-								
	náběhová rychlost (m/s)	-								
	korekce	-								
	Lw (dB/A)		20	36	53	67	73	73	67	59

77
dB(A)

77,1

Tlumič	útlum	9	12	19	26	28	24	18	10
(200x500x1000) 2x	vlastní hluk	46	40	35	29	24	18	12	6
průtok vzduchu (m3/h)	2 300	20	24	26	26	24	19	13	5
šířka (mm)	500	Tlaková ztráta= 23Pa							
výška (mm)	400								
plocha (m)	0,2								
náběhová rychlost (m/s)	3,2								
korekce									
Lw (dB(A))		20	27	35	41	45	49	49	55

Tlumič	útlum	9	12	19	26	28	24	18	10
(200x500x1000) 2x	vlastní hluk	46	40	35	29	24	18	12	6
průtok vzduchu (m3/h)	2 300	20	24	26	26	24	19	13	5
šířka (mm)	500	Tlaková ztráta= 23Pa							
výška (mm)	400								
plocha (m)	0,2								
náběhová rychlost (m/s)	3,2								
korekce									
Lw (dB(A))		20	24	27	26	25	26	31	39

Tab. 27: Útlum hluku odvodního potrubí do venkovního prostředí

$$L_p = L_{w,s} + 10 \cdot \log\left(\frac{Q}{4 \cdot \pi \cdot r^2} + 1\right) = 40 + 10 \cdot \log(4/(4 \cdot \pi \cdot 1^2) + 1) = 42 \text{ dB}$$

Zařízení číslo 3 Odvod (Sání)

pozice	Hladina akust. výkonu	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000 L ekv
Prvek potrubní sítě		SÁNÍ (Vstup)							
	3.01	útlum	0	0	0	0	0	0	0
		vlastní hluk	45	51	61	70	68	62	58
průtok vzduchu (m3/h)	2 300		19	35	52	67	68	65	57
šířka (mm)	800								
výška (mm)	1500								
plocha (m)	-								
náběhová rychlost (m/s)	-								
korekce	-								
Lw (dB(A))		19	35	52	67	68	65	63	57

Tlumič	útlum	9	12	19	26	28	24	18	10
(200x500x1000) 2x	vlastní hluk	46	40	35	29	24	18	12	6
průtok vzduchu (m3/h)	2 300	20	24	26	26	24	19	13	5
šířka (mm)	500	Tlaková ztráta= 23Pa							
výška (mm)	400								
plocha (m)	0,2								
náběhová rychlost (m/s)	3,2								
korekce									
Lw (dB(A))		20	26	34	41	40	41	45	47

Tlumič	útlum	9	12	19	26	28	24	18	10
(200x500x1000) 2x	vlastní hluk	46	40	35	29	24	18	12	6
průtok vzduchu (m3/h)	2 300	20	24	26	26	24	19	13	5
šířka (mm)	500	Tlaková ztráta= 23Pa							
výška (mm)	400								
plocha (m)	0,2								
náběhová rychlost (m/s)	3,2								
korekce									
Lw (dB(A))		20	24	27	26	24	21	27	37

Tab. 28: Útlum hluku odvodního potrubí do vnitřního prostředí

$$L_p = L_{w,s} + 10 \cdot \log\left(\frac{Q}{4 \cdot \pi \cdot r^2} + \frac{4}{A}\right) = 38,5 + 10 \cdot \log(2/(4 \cdot \pi \cdot 1,4^2) + (4/11,9)) = 35 \text{ dB}$$

11 Izolace potrubí

Výpočet izolací byl proveden pomocí programu Teruna.

$t_{o}[^{\circ}\text{C}] = 32$
 $RH_{o}[\%] = 37$
 $a[\text{mm}] = 250$
 $b[\text{mm}] = 710$
 $D[\text{mm}] = 0$
 $D\acute{e}lka[\text{mm}] = 1000$
 $t_{v\acute{y}st}[^{\circ}\text{C}] = 32$
 $t_{vst}[^{\circ}\text{C}] = 32$
 $RH[\%] = 37$
☒ Hranaté potrubí ☐ Kruhové potrubí

$t_{po}[^{\circ}\text{C}] = 32$
 $t_{ro}[^{\circ}\text{C}] = 15.48$
 $t_{pv}[^{\circ}\text{C}] = 32$
 $t_{rv}[^{\circ}\text{C}] = 15.48$
 $tl[\text{mm}] = 100$

Průtok vzduchu $[\text{m}^3/\text{h}]$: 2500
 Tepelná vodivost izolace $[\text{W}/\text{mK}]$: 0.048
 Potrubí je situováno v prostředí:
☐ Bez pohybu vzduchu okolo potrubí (podhled)
☐ S mírným pohybem vzduchu (místnost)
☒ Venkovním (povětrnostní vlivy)
 Tepelná ztráta /+zisk/ úseku potrubí $[\text{W}]$: 0

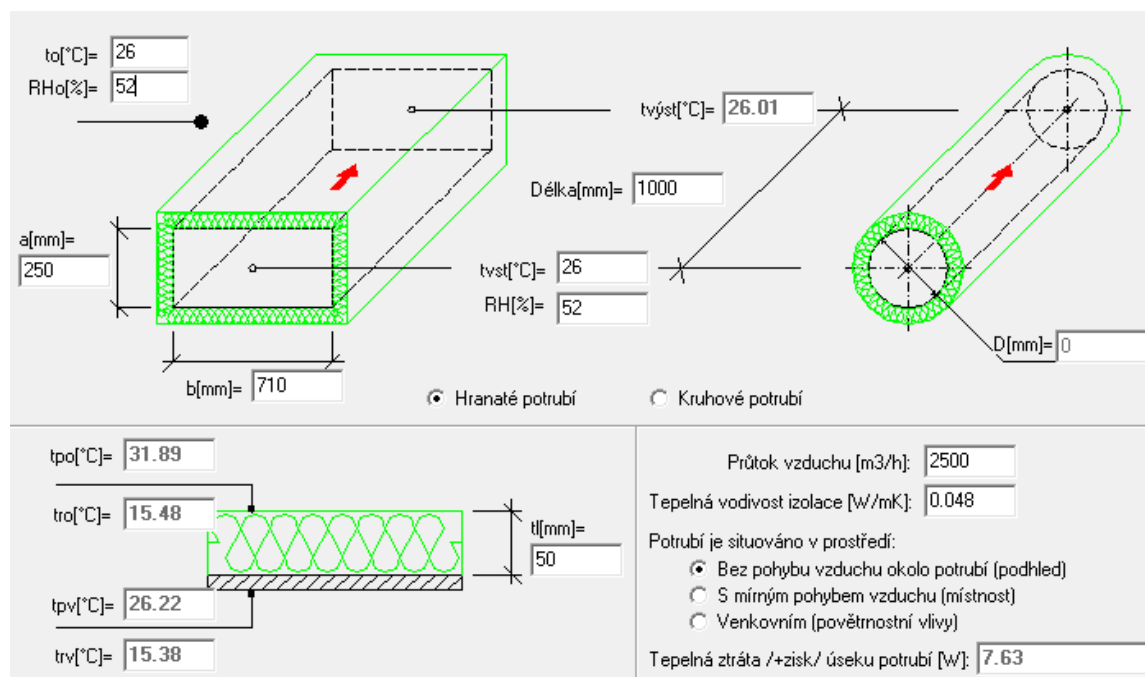
Obr. 26: Izolace potrubí z.č.2 – přívod sání LÉTO

$t_{o}[^{\circ}\text{C}] = 32$
 $RH_{o}[\%] = 37$
 $a[\text{mm}] = 250$
 $b[\text{mm}] = 710$
 $D[\text{mm}] = 0$
 $D\acute{e}lka[\text{mm}] = 1000$
 $t_{v\acute{y}st}[^{\circ}\text{C}] = 26.01$
 $t_{vst}[^{\circ}\text{C}] = 26$
 $RH[\%] = 52$
☒ Hranaté potrubí ☐ Kruhové potrubí

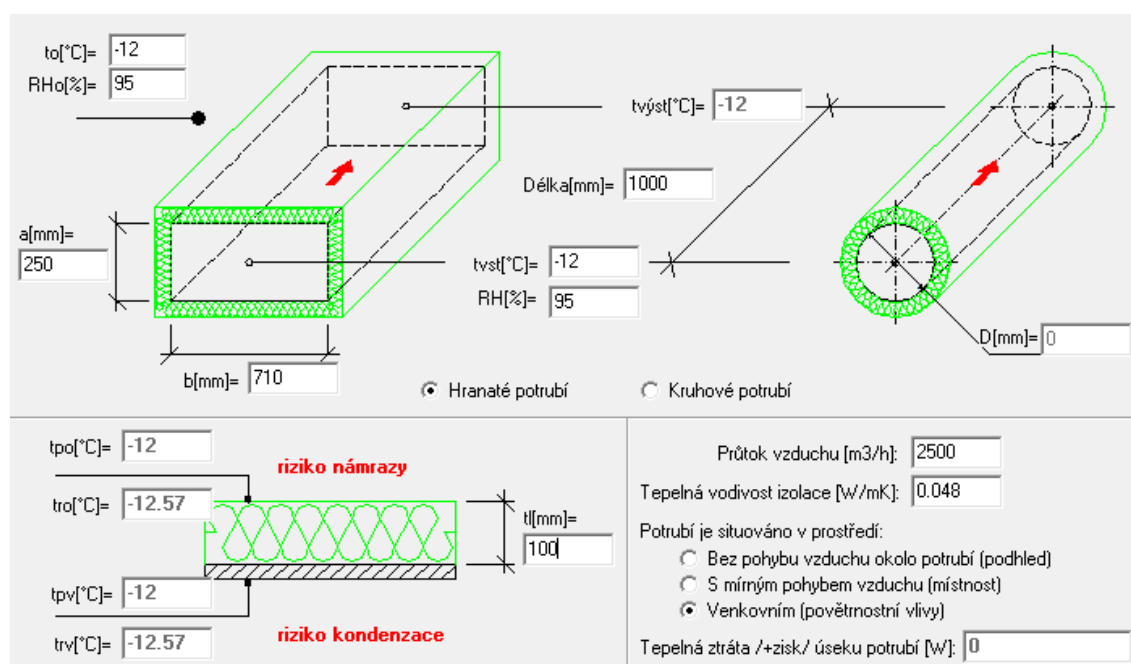
$t_{po}[^{\circ}\text{C}] = 31.89$
 $t_{ro}[^{\circ}\text{C}] = 15.48$
 $t_{pv}[^{\circ}\text{C}] = 26.22$
 $t_{rv}[^{\circ}\text{C}] = 15.38$
 $tl[\text{mm}] = 100$

Průtok vzduchu $[\text{m}^3/\text{h}]$: 2500
 Tepelná vodivost izolace $[\text{W}/\text{mK}]$: 0.048
 Potrubí je situováno v prostředí:
☐ Bez pohybu vzduchu okolo potrubí (podhled)
☐ S mírným pohybem vzduchu (místnost)
☒ Venkovním (povětrnostní vlivy)
 Tepelná ztráta /+zisk/ úseku potrubí $[\text{W}]$: 7.63

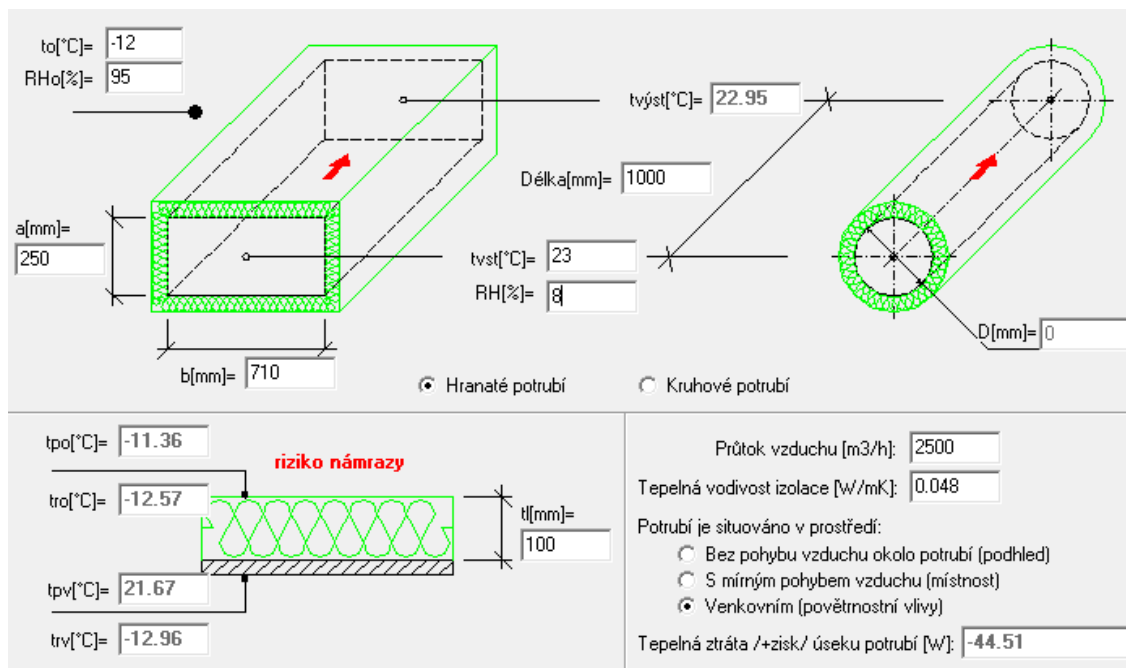
Obr. 27: Izolace potrubí z.č.2 – přívod výtlač LÉTO



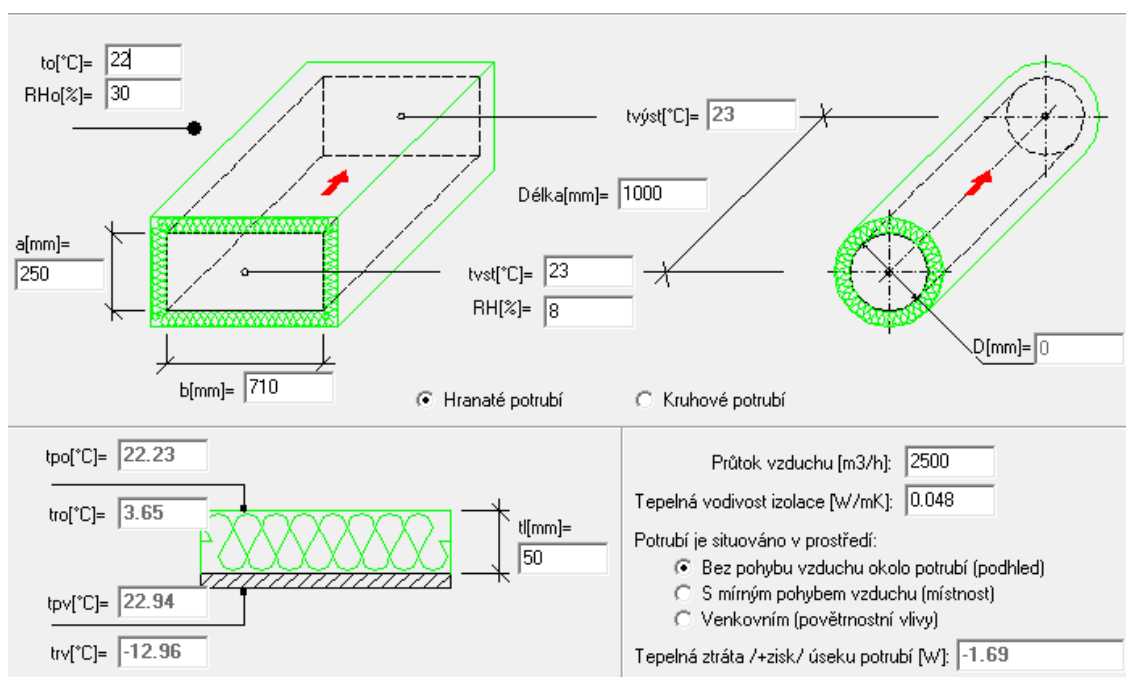
Obr. 28: Izolace potrubí z.č.2 – přívod podhled LÉTO



Obr. 29: Izolace potrubí z.č.2 – přívod sání ZIMA



Obr. 30: Izolace potrubí z.č.2 – přívod výtlak ZIMA



Obr. 31: Izolace potrubí z.č.2 – přívod podhled ZIMA

12 Návrh klimatizačních zařízení

Chlazení objektu je rozděleno na 3 části stejně jako VZT zařízení.

Zařízení číslo 4

Navrženo v exteriéru na střeše kondenzační VRF jednotka doplněna o vnitřní jednotky nástěnné v kancelářích a kazetové na chodbách v 2NP.

Y-série - venkovní jednotky P200 až 300, chlazení nebo topení

Označení venkovní jednotky	PUHY-P200YNW-A	PUHY-P250YNW-A	PUHY-P300YNW-A
Chlazení			
chladič výkon (kW)	22,4	28,0	33,5
příkon (kW)	4,24	5,78	7,66
EER / SEER	5,28 / 8,44	4,84 / 8,47	4,37 / 8,00
Vytápění			
topný výkon (kW)	25,0	31,5	37,5
příkon (kW)	4,58	6,04	7,86
COP / SCOP	5,45 / 4,70	5,21 / 4,42	4,77 / 4,24
Označení jednotek	PUHY-P200NWB-A	PUHY-P250YNW-A	PUHY-P300YNW-A
Objemový průtok vzduchu (m³ / h)	10200	11100	14400
Hladina akustického tlaku (dB(A))*	58,0	60	61
Rozměry (mm)**	Š / H / V 920 / 740 / 1.858	920 / 740 / 1.858	920 / 740 / 1.858
Hmotnost (kg)	225	225	228
Údaje o chladiči			
Celková délka vedení (m)***	1000	1000	1000
Max. výškový rozdíl (m)	50	50	50
Typ chladiča / množství (kg) / max. množství (kg)	R410A / 6,5 / 22,4	R410A / 6,5 / 29,4	410A / 6,5 / 29,9
GWP / ekvivalent CO ₂ (t) / ekvivalent CO ₂ max. (t)	2088 / 13,57 / 46,77	2088 / 13,57 / 61,39	2088 / 13,57 / 62,43
Průměr připojení chladiča Ø (mm)	kap. 10 plyn 22	10 22	10 22
Elektrické parametry			
Zdroj napětí (V, fáze, Hz)	380–415, 3+N, 50	380–415, 3+N, 50	380–415, 3+N, 50
Provozní el. proud chlazení / topení (A)	7,7 / 6,6	9,7 / 8,7	12,9 / 11,3
Max. výkon vnitřních jednotek (kW)****	29,12 (130 %)	36,4 (130 %)	43,55 (130 %)
Doporučená velikost jističky (A)	25	32	32
Připojitelné vnitřní jednotky (počet / typ)	1–17 / 15–250	1–21 / 15–250	1–26 / 15–250

Obr. 32: Návrh kondenzační VRF jednotky

Zařízení číslo 5

Navrženo v exteriéru na střeše kondenzační VRF jednotka doplněna o vnitřní jednotky nástěnné v kancelářích a kazetové na chodbách v 1NP a 2NP.

Y-série - venkovní jednotky P350 až 500, chlazení nebo topení

Označení venkovní jednotky	PUHY-P350YNW-A	PUHY-P400YNW-A	PUHY-P450YNW-A	PUHY-P500YNW-A
Chlazení				
chladič výkon (kW)	40,0	45,0	50,0	56,0
příkon (kW)	9,87	11,47	12,22	12,52
EER / SEER	4,05 / 7,72	3,92 / 7,75	4,09 / 7,86	4,47 / 7,66
Vytápění				
topný výkon (kW)	45,0	50,0	56,0	63,0
příkon (kW)	10,51	13,40	13,42	14,61
COP / SCOP	4,28 / 3,79	3,73 / 3,77	4,17 / 3,68	4,31 / 3,69
Označení jednotek	PUHY-P350YNW-A	PUHY-P400YNW-A	PUHY-P450YNW-A	PUHY-P500YNW-A
Objemový průtok vzduchu (m³ / h)	16200	18000	18300	21900
Hladina akustického tlaku (dB(A))*	62,0	65	65,5	63,5
Rozměry (mm)**	Š / H / V 1.240 / 740 / 1.858	1.240 / 740 / 1.858	1.240 / 740 / 1.858	1.750 / 740 / 1.858
Hmotnost (kg)	278	278	294	337
Údaje o chladiči				
Celková délka vedení (m)***	1000	1000	1000	1000
Max. výškový rozdíl (m)	50	50	50	50
Typ chladiča / množství (kg) / max. množství (kg)	R410A / 9,8 / 34,2	R410A / 9,8 / 34,7	R410A / 10,8 / 43,9	R410A / 10,8 / 44,8
GWP / ekvivalent CO ₂ (t) / ekvivalent CO ₂ max. (t)	2088 / 20,46 / 71,41	2088 / 20,46 / 72,45	2088 / 22,55 / 91,66	2088 / 22,55 / 93,54
Průměr připojení chladiča Ø (mm)	kap. 12 plyn 28	12 28	16 28	16 28
Elektrické parametry				
Zdroj napětí (V, fáze, Hz)	380–415, 3+N, 50	380–415, 3+N, 50	380–415, 3+N, 50	380–415, 3+N, 50
Provozní el. proud chlazení / topení (A)	16,6 / 17,7	19,3 / 22,6	20,6 / 22,6	21,1 / 24,6
Max. výkon vnitřních jednotek (kW)****	52,0 (130 %)	58,5 (130 %)	65,0 (130 %)	72,8 (130 %)
Doporučená velikost jističky (A)	40	63	63	63
Připojitelné vnitřní jednotky (počet / typ)	1–30 / 15–250	1–34 / 15–250	1–39 / 15–250	1–43 / 15–250

* Hladina akustického tlaku měřená ve vzdálenosti 1 m od jednotky ve výšce 1 m.
** Odstraněním stojín může být základní výška snížena na 1798 mm.

*** Jedna trasa vedení.
**** Možno volit až 200 % výkonu vnitřních jednotek.

Obr. 33: Návrh kondenzační VRF jednotky

Zařízení číslo 6

Navrženo v exteriéru na střeše kondenzační multisplitová jednotka doplněna o vnitřní jednotky nástěnné ve schodišťovém prostoru a v dílně v 1NP.

Multisplitové inverterové venkovní jednotky MXZ, chlazení/topení

Označení venkovní jednotky	MXZ-2D33VA	MXZ-2D42VA	MXZ-2D53VA	MXZ-3E54VA	MXZ-3E68VA
Chlazení	chladicí výkon (kW)	3,3 (1,1–3,8)	4,2 (1,1–4,4)	5,3 (1,1–5,6)	5,4 (2,9–6,8)
	příkon (kW)	0,9	1,0	1,54	1,35
	SEER	5,5	6,8	7,1	6,4
	třída energetické účinnosti	A	A++	A++	A++
	Oblast použití (°C)	–10–+46	–10–+46	–10–+46	–10–+46
Vytápění	topný výkon (kW)	4,0 (1,0–4,1)	4,5 (1,0–4,8)	6,4 (1,0–7,0)	7,0 (2,6–9,0)
	příkon (kW)	0,96	0,93	1,7	1,59
	COP / SCOP	4,1	4,2	4,2	4,0
	třída energetické účinnosti	A+	A+	A+	A
	Oblast použití (°C)	–15–+24	–15–+24	–15–+24	–15–+24

Označení venkovní jednotky	MXZ-2D33VA	MXZ-2D42VA	MXZ-2D53VA	MXZ-3E54VA	MXZ-3E68VA
Objemový průtok vzduchu (m³/h)	1974	1998	1974	2580	2580
Hladina akustického tlaku (dB(A))	49/50	46/51	50/53	50/53	50/53
Rozměry (mm)	800/285/550	800/285/550	800/285/550	840/330/710	840/330/710
Hmotnost (kg)	32	37	37	57	57
Připojitelné vnitřní jednotky (počet)	2	2	2	2–3	2–3
Údaje o chladiči					
Celková délka vedení (m)*	20/15**	30/20**	30/20**	50/25**	60/25**
Max. výškový rozdíl (m)	10	15/10*	15/10*	15/10*	15/10*
Typ chladiva / množství (kg) / max. množství (kg)	R410A/1,30/1,30	R410A/1,30/1,50	R410A/1,30/1,50	R410A/2,70/2,90	R410A/2,70/3,10
GWP / ekvivalent CO ₂ (t) / ekvivalent CO ₂ max. (t)	2088/2,72/2,72	2088/2,72/3,14	2088/2,72/3,14	2088/5,64/6,06	2088/5,64/6,48
Množství předplněného chladiva pro (m)	20	20	20	40	40
Množství doplněného chladiva (g/m)	–	20	20	20	20
Průměr připojení chladiva Ø (mm)	2 x 6	2 x 6	2 x 6	3 x 6	3 x 6
	kap. plyn 2 x 10	2 x 10	2 x 10	3 x 10	3 x 10
Elektrické parametry					
Zdroj napětí (V, fáze, Hz)	220–240, 1, 50	220–240, 1, 50	220–240, 1, 50	220–240, 1, 50	220–240, 1, 50
Provozní el. proud chlazení / topení (A)	4,3/4,6	4,5/4,2	6,9/7,6	6,1/7,0	9,6/10,5
Doporučený průřez vedení – přívod venkovní jednotky (mm²)	3 x 1,5	3 x 2,5	3 x 2,5	3 x 2,5	3 x 2,5
Doporučený průřez vedení – vnitřní jednotka / venkovní jednotka (mm²)	4 x 1,5	4 x 1,5	4 x 1,5	4 x 1,5	4 x 1,5
Max. provozní el. proud (A)	10,0	12,2	12,2	18,0	18,0
Doporučená velikost jističe (A)	10	16	16	25	25

* 15 m, když je venkovní jednotka umístěna pod vnitřními jednotkami a 10 m v případě, když je venkovní jednotka umístěna nad vnitřními jednotkami.

** na připojení vnitřní jednotku

Obr. 34: Návrh kondenzační multisplitové jednotky

13 Návrh protipožárních klapek

Protipožární klapky jsou součástí všech VZT jednotek uzavřeny v potrubních rozvodech. Zabraňují šíření požáru a zplodin. Vyskytují se mezi střechou a 2.NP. Požární odolnost klapky je 120 minut. Jsou napojeny na systém EPS a ovládaný servopohonem.

Zařízení č. 1 - Přívod: 2x 400x250

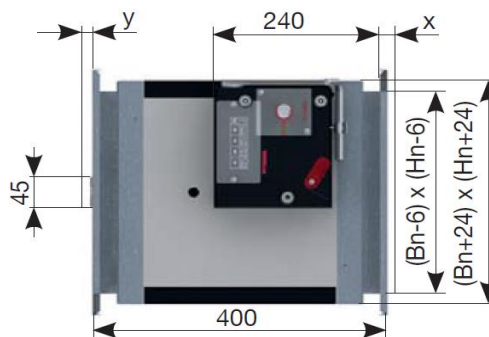
- Odvod: 700x250

Zařízení č. 2 - Přívod: 700x350

- Odvod: 700x350

Zařízení č. 3 - Přívod: 700x250

- Odvod: 650x300



Přesah pláště klapky pohyblivým listem

$$y = (Hn/2) - 148, x = (Hn/2) - 274$$

Hn = výška klapky, Bn = šířka klapky

Obr. 35: Protipožární klapka

Tabulka rozměrových kombinací pro CU2																												
H _n	B _n	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150	1200	1250	1300	1350	1400	1450	1500
200		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
250		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
300		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
350		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
400		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
450		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
500		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
550		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
600		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
650		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
700		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
750		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
800		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
850		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
900		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
950		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
1000		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

• se servopohonem (B(L)FT), • ruční s tavnou pojistkou (typ CFTH)

Tab. 29: Rozměrová tabulka požárních klapek



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

C. PROJEKTOVÁ ČÁST

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Marek Kotas

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Ondřej Jelínek, Ph.D.

BRNO 2019

1 Technická zpráva – vzduchotechnika

Administrativní objekt

1.1 Úvod

Předmětem tohoto projektu pro provádění stavby je návrh větrání a chlazení ve stávajícím administrativním objektu v Brně tak, aby byly zajištěny předepsané hodnoty hygienických výměn vzduchu a pohoda prostředí ve vybraných místnostech objektu spolu s doplňujícími požadavky technického řešení generálního projektanta stavby, investora a ostatních profesí.

1.1.1 Podklady pro zpracování

Podkladem pro zpracování byla projektová dokumentace architektonicko-stavebního řešení ve stupni pro provádění stavby a projektová dokumentace odborných profesí spolu s jejich požadavky, které byly průběžně předávány. Součástí podkladů jsou také příslušné zákony a prováděcí vyhlášky, české technické normy a podklady výrobců vzduchotechnických zařízení, zejména:

- Nařízení vlády č. 241/2018 Sb., kterým se mění nařízení vlády č. 272/2011 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací ve znění nařízení vlády č. 217/2016 Sb.
- Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci.
- Nařízení vlády č. 68/2010 Sb., kterým se mění nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci.
- Nařízení vlády č. 93/2012 Sb., kterým se mění nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci, ve znění nařízení vlády č. 68/2010 Sb.
- Nařízení vlády č. 32/2016 Sb., kterým se mění nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci, ve znění pozdějších předpisů.
- Vyhláška č. 20/2012 Sb., kterou se mění Vyhláška 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby.
- Vyhláška č. 6/2003 Sb., kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností některých staveb.

- Vyhláška ČÚBP č. 48/1982 Sb., kterou se stanoví základní požadavky k zajištění bezpečnosti práce a technických zařízení, ve znění vyhlášek: č. 324/1990 Sb. a č. 207/1991 Sb., ve znění nařízení vlády č. 352/2000 Sb. a ve znění vyhlášky č. 192/2005 Sb.
- Zákon č. 406/2000 Sb. o hospodaření s energií a související předpisy.
- Vyhláška č. 193/2007 Sb., kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při rozvodu tepelné energie a vnitřním rozvodu tepelné energie a chladu.
- Vyhláška č. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov, ve znění vyhlášky č. 230/2015 Sb.
- ČSN 73 0548 - Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostorů (1986).
- ČSN EN 15255 - Tepelné chování budov Výpočet chladicího výkonu pro odvod citelného tepla z místnosti – obecná kritéria a validační postupy (2008).
- ČSN 12 7010 - Navrhování větracích a klimatizačních zařízení (2014).
- ČSN 73 0802 - Požární bezpečnost staveb (2009) + Z1 (2013).
- Vyhláška č. 23/2008 Sb., o technických podmínkách požární ochrany staveb, ve znění vyhlášky č. 268/2011 Sb.
- ČSN 73 0872 - Ochrana staveb proti šíření požáru vzduchotechnickým zařízení (1996).

1.1.2 Výpočtové hodnoty klimatických poměrů

místo:	Brno
nadmořská výška:	237 m n.m.
normální tlak vzduchu:	99,3 kPa
výpočtová teplota vzduchu:	léto + 32°C, zima – 15°C, entalpie: léto 56,0kJ/kg s. v., zima 15,0kJ/kg s. v

1.2 Základní koncepční řešení, zaregulování systémů

Předmětem projektové dokumentace je dvoupodlažní administrativní objekt v Brně. V 1NP se nachází kanceláře, které jsou v rovnotlaku, dílny, které budou pomocí vzduchotechnických jednotek větrány, dále laboratoře, které budou pomocí zařízení číslo

3 větrány i vlhčeny, místnosti jsou v přetlaku. Komunikační prostor u dílen a laboratoří je v podtlaku a chlazeno pomocí KLM.

V 2NP se nachází kanceláře s přívodem vzduchu vzduchotechniky a jsou řešeny v přetlaku, hygienické místnosti s odvodem vzduchu s podtlakem. Komunikační prostory jsou větrány VZT jednotkami. Celá budova je v rovnotlaku.

Vzduchotechnická zařízení ve venkovním provedení se nachází na střeše na nosném rámu. Koncepční řešení VZT, rozdělení na jednotlivá VZT zařízení a funkční celky respektuje stavební a funkční rozdělení objektu.

Všechny prostory, které to z hlediska hygienického, či technologického vyžadují, budou nuceně větrány, respektive klimatizovány daným zařízením. Letní úprava tepelné pohody v konkrétních místnostech je řešena individuálně systémů přímého chlazení (VRV a Multisplit) s kazetovými a nástěnnými jednotkami.

Všechny VZT jednotky budou v provedení splňujícím tzv. „Ecodesign 2018“ a budou vybaveny především:

Zpětné získávání tepla budou zajišťovat deskové rekuperační výměníky s min. účinností 53 % (požadavek Ecodesign 2018). Součástí každé jednotky budou jednotlivé stupně filtrace – dvoustupňová filtrace na přívodu M5 a F9. Jednostupňová filtrace na odvodu M5. Vzduchotechnické jednotky jsou vybaveny ventilátorem s frekvenčním měničem a volným oběžným kolem – dodávka VZT.

Součástí dodávky VZT jednotek budou i tepelné termistorové ochrany motoru, tlumící manžety, jednotlivé zápachové uzávěry, bezpečnostní vypínače motorů.

Přívod vzduchu je uvažován přes sací žaluzii na jižní straně objektu. Výfuk znehodnoceného vzduchu bude veden na severní stranu objektu. Sání a výfuky jsou koncipovány tak, aby nemohlo dojít ke zpětnému nasátí znehodnoceného vzduchu při respektování provozu okolo objektu. Jako koncové elementy pro sání vzduchu budou sloužit jednotlivé protidešťové žaluzie s pletivem.

Ohřev čerstvého přiváděného vzduchu ve výměnících jednotlivých zařízení bude tvořit topná voda z vodovodního řadu s teplotním spádem 80/60°C. Napojení výměníků na teplou vodu zajistí profese ÚT. Ovládání zajistí profese VZT přes vlastní systém MaR.

Tepelný výkon centrální VZT je navržen pouze pro pokrytí tepelné ztráty větráním. Směšovací uzly včetně příslušenství jsou součástí dodávky VZT jednotek.

Navrhované vzduchotechnické jednotky a zařízení neumožňují úpravu vlhkosti vzduchu po dobu celého roku vyjma zařízení číslo 3., které upravuje relativní vlhkost přívodního vzduchu v zimním období na hodnotu 40 %.

Chlazení čerstvého přiváděného vzduchu v centrální vzduchotechnické jednotky bude tvořit systém vodního chlazení s teplotním spádem 7/13°C Chladič ve VZT jednotce pokryje jen malou část tepelných zisků, proto budou navrženy klimatizační jednotky. Letní úprava tepelné pohody v konkrétních místnostech (kanceláře, dílna, chodby, laboratoře) bude zajištěna cirkulačními chladicími jednotkami přímého chlazení typu VRV a Multisplit. Systémy budou tvořeny venkovními kondenzačními jednotkami umístěnou na střeše objektu a potřebným počtem vnitřních jednotek v nástěnném nebo kazetovém provedení. Venkovní jednotka bude s vnitřními jednotkami propojena chladivovým Cu potrubím a komunikační kabeláží – zajistí profese VZT. Silové napojení venkovních a vnitřních jednotek zajistí profese silnoproud.

Venkovní kondenzační jednotky budou umístěny na dilatovaném pružně uloženém základu min. výšky 300 mm nad rovinou střechy – dodávka stavby. Transport venkovních kondenzačních jednotek na místo osazení bude tvořen jeřábem na střechu objektu. Ovládání zajistí profese VZT pomocí dálkových ovladačů v kabelovém provedení nebo v provedení s infra-ovladačem. Rozvody tepla včetně rozdělovačů, sběračů, čerpadel, hydraulických modulů apod. budou řešeny profesí ÚT. Napojení výměníků VZT jednotek na teplou vodu zajistí profese ÚT (na rozvody tepla před ventilovým vybavením, jež je dodávkou VZT, budou osazeny uzavírací armatury – dodávka ÚT).

Filtrovaný a tepelně upravený vzduch bude do obsluhovaných prostorů transportovaný čtyřhranným nebo kruhovým SPIRO potrubím z pozinkovaného plechu třídy těsnosti B. Jako koncové elementy pro přívod a odvod vzduchu budou sloužit anemostaty s nastavitelnými lamelami, komfortní obdélníkové vyústky, případně talířové ventily.

Isolace na centrálním VZT systému: přívodní potrubní rozvod bude v daném podlaží ve vnitřním prostoru tepelně izolováno tvrzenou tepelně-protihlukovou nenasákavou izolací tl. 50 mm – zabránění kondenzace vodní páry v letním období a

zajištění akustického komfortu prostoru kanceláří. Veškeré vzduchovody na střeše budou izolovány tepelně-protihlukovou nenasákavou izolací tl. 100 mm s oplechováním. Rozvody VZT procházející jednotlivými podlaží v šachtách budou obaleny protipožární nenasákavou izolací tl. 50 mm. Jako opatření pro zabránění šíření nepřiměřeného hluku a vibrací do obsluhovaných prostor a do exteriéru, jsou do potrubí vloženy buňkové tlumiče hluku – potrubí musí být protihlukově izolováno min. za tyto tlumiče směrem od VZT jednotky, pokud na výkrese nebude uvedeno jinak.

Veškeré točivé stroje (jednotky, ventilátory, venkovní kondenzační jednotky atd.) budou pružně uloženy za účelem zmenšení vibrací přenášejících se stavebními konstrukcemi – stavitelné nohy budou podloženy rýhovanou gumou. Veškeré vzduchovody budou napojeny na ventilátory přes tlumicí vložky nebo ohebné zvukově izolované potrubí. Potrubí bude na závěsech podloženo tlumicí gumou. Všechny prostupy VZT potrubí stavebními konstrukcemi budou obloženy a dotěsněny izolací – dodávka stavby. Transport VZT zařízení na místo osazení bude následující:

- Transport zařízení umístěných na střeše (VZT jednotky, kondenzační jednotky apod.) bude jeřábem přímo na místo osazení.

Všechny odvodní a přívodní koncové elementy budou dopojeny zvukově izolační hadicí přes ruční těsnou regulační klapku daného průměru, která bude osazena na nástavci na potrubí. Ohebné hadice budou připevněny následujícím způsobem: vnitřní část hadice bude přetažena přes nástavec VZT potrubí a uchycena stahovací páskou, poté bude kraj vnitřní části hadice těsně přelepen hliníkovou páskou k nástavci VZT potrubí. Následně bude přetažena i svrchní izolovaná strana hadice a tato bude opět těsně přilepena hliníkovou páskou k nástavci VZT potrubí.

Profese VZT v rámci šéfmontáže provede zaregulování systému a nastavení konkrétních množství vzduchu např. Prandtlovou trubicí – šéfmontáž je dodávkou VZT jednotek. Princip zaregulování všech systémů je následující:

- 1) První stupeň regulace je celkové nastavení vzduchového výkonu daného systému pomocí frekvenčních měničů
- 2) Druhý stupeň regulace – v potrubní síti budou umístěny jednotlivé těsné regulační klapky (hrubé nastavení průtoku vzduchu jednotlivými větvemi)

- 3) Třetí stupeň regulace – regulovatelné náběhové plechy. Ty budou umístěny na každé rozbočce, odbočce a kruhovém nástavci (hrubé nastavení skupin koncových elementů v jednotlivých větvích, případně jednotlivých koncových elementů na nástavcích)
- 4) Čtvrtý stupeň regulace – regulační klapka umístěná na každém nástavci čtyřhranného i kruhového potrubí před ohebnou zvukově izolační hadicí
- 5) Pátý stupeň regulace – každý koncový element je vybaven vlastní regulací pro jemné nastavení požadovaných průtoků vzduchu. Všechny koncové elementy, které mají kruhové připojení, budou dopojeny zvukově izolační hadicí.

Systém větrání je rozdělen do tří základních typů větrání a klimatizace:

1.2.1 Stavební větrání

Stavební větrání bude zabezpečovat nucenou výměnu vzduchu v provozních, provozně-technických místnostech a v místnostech hygienického vybavení v souladu s příslušnými hygienickými, zdravotnickými, bezpečnostními, protipožárními předpisy a normami platnými na území České republiky, přitom implicitní hodnoty údajů ve výpočtech dále uvažovaných, jakož i předmětné výpočtové metody jsou převzaty zejména z výše uvedených obecně závazných předpisů a norem.

1.2.2 Hygienické větrání

Hygienické větrání bude navrženo v úrovni nejméně hygienického minima ve smyslu obecně závazných předpisů. Přitom jako základní principy návrhu projektového řešení jsou přijaty následující podmínky:

- podtlakové větrání je navrženo ve všech místnostech hygienického vybavení objektu (WC, umývárny, úklidové komory apod.);
- úhrada vzduchu bude tvořena z okolních prostorů – větrací a KLM zařízení tvořící funkční celek;
- rovnotlaké, popřípadě přetlakové větrání bude navrženo v prostorách, u nichž je nežádoucí přísávání vzduchu z okolních místností (chodby, šatny apod.);

- nejvyšší přípustná maximální hladina vnitřního hluku $L_{Amaxp} = 35 - 55 \text{ dB(A)}$ dle druhu provozu a účelu jednotlivých místností.

Přípustné hodnoty hladiny hluku v interiéru pro vybrané obsluhované místnosti jsou navrženy:

- Kanceláře, dílny, laboratoře 50 dB/A
- sklady apod. max. 55 dB/A
- Chodby max. 50 dB/A
- Ostatní dle druhu provozu max. 45 - 55 dB/A
- hladina akustického tlaku v exteriéru max. ve dne 50 / 40 v noci dB/A

Noční doba je mezi 22:00 a 6:00. V této době budou dotčená VZT zařízení provozována v útlumovém režimu, snížení vzduchového výkonu je předpokládáno na cca 70 % z plného denního chodu.

1.2.3 Energetické zdroje

Elektrická energie

Elektrická energie je uvažována pro pohon elektromotorů VZT a KLM zařízení - rozvodná soustava 3 + PEN, 50 Hz, 400V /230V.

Tepelná energie

Pro ohřev vzduchu bude sloužit ostrá topná voda s rozsahem pracovních teplot $t_{w1}/t_{w2} = 80/60^\circ\text{C}$. Rozvody topné vody zajistí profese ÚT.

Pro chlazení vzduchu bude sloužit ostrá voda s rozsahem pracovních teplot $t_{w1}/t_{w2} = 7/13^\circ\text{C}$. Rozvody studené vody zajistí profese chlazení.

1.3 Popis technického řešení

Návrh řešení klimatizace a větrání předmětných prostor vychází ze současných stavebních dispozic, technických možností a požadavků kladených na interní mikroklima v jednotlivých místnostech. Plynulé udržování vzduchového výkonu při zanášení filtrů včetně možnosti komfortního nastavení potřeby daných vzduchových výkonů je ošetřeno

ventilátorem s frekvenčním měničem na motorech přívodního i odvodního vzduchu daných centrálních jednotek – viz popis v kapitole základní koncepční řešení. Výměny vzduchu v jednotlivých místnostech jsou navrženy podle hyg. předpisů a s výměnami všeobecně používanými – viz Tabulka místností.

Navržená VZT zařízení jsou rozdělena do následujících funkčních celků:

Zařízení č. 1 - Teplovzdušné větrání

VZT jednotka (umístěna na západní straně střechy na nosném rámu) obsluhuje prostor kanceláří, chodeb a hygienických místností v 2NP. Jednotka je ovládána vlastním systémem MaR na základě teplotního čidla v potrubí za jednotkou. Na základě toho je volen provozní režim zařízení.

Filtrovaný a tepelně upravený vzduch bude do obsluhovaných prostorů transportován čtyřhranným nebo kruhovým SPIRO potrubím z pozinkovaného plechu třídy těsnosti B. Jako koncové elementy pro přívod a odvod vzduchu budou sloužit anemostaty s nastavitelnými lamelami a talířové ventily. Odvod znehodnoceného vzduchu bude taktéž potrubním rozvodem z čtyřhranného nebo kruhového potrubí třídy těsnosti B.

Popis komponentů VZT jednotky:

PŘÍVOD

- uzavírací klapka se servopohonem;
- Filtr, Typ filtru: Kapsový, Snímač tlakové difference P33 N (30 - 500 Pa), Třída filtrace M5
- Deskový rekuperátor, Zima(Teplota / Vlhkost- Přívod Vstup -12.0 °C / 95 %), léto (32.0 °C / 37 %) Účinnost 63 % Suchá teplotní účinnost 49 % Výkon 13.7 kW. Obtokové klapky se servopohonem. Snímač namrzání.
- Ventilátor, s volným oběžným kolem, ovládání FM. Výkon na hřídeli 987 W, Napětí motoru 3NPE 400 V, 50 Hz. Regulace na konstantní průtok.
- Vodní ohřívač. Protimrazové čidlo. Doplnková protimrazová ochrana, směšovací uzel.
- Servisní komora, včetně protimrazového elektrického ohřívače, směšovací uzel
- Vodní chladič, Směšovací uzel chladiče. Souprava pro odvod kondenzátu.
- Eliminátor kapek,

- Servisní komora, včetně protimrazového elektrického ohřívače, směšovací uzel
- Filtr, Typ filtru kapsový. Snímač tlakové difference P33 N (30 - 500 Pa), Třída filtrace dle EN 779 F9.

ODVOD

- Filtr, Typ filtru: Kapsový. Snímač tlakové difference P33 N (30 - 500 Pa). Třída filtrace dle EN 779 M5
- Ventilátor, Typ ventilátoru frekvenční měnič s volným oběžným kolem, Výkon na hřídeli 987 W, Napětí motoru 3NPE 400 V, 50 Hz. Regulace na konstantní průtok.
- Deskový výměník
- Eliminátor kapek
- Prázdná komora
- Uzavírací klapky se servopohonem.

Izolace na centrálním VZT systému: odvodní i přívodní potrubí bude na střeše izolováno tepelně-hlukovou izolací tl. 100 mm. V šachtě bude potrubí izolováno protipožární izolací tl. 50 mm. V daném podlaží ve směru od jednotky do vnitřního prostoru tepelně izolovaný tvrzenou tepelnou nenasákavou izolací tl. 50 mm – zabránění kondenzace vodní páry v letním období. Pro zabránění šíření nadměrného hluku od vzduchotechnické jednotky jsou použity k dopojení koncových elementů zvukově izolační hadice.

Zařízení č. 2 – Teplovzdušné větrání

VZT jednotka (umístěna na východní straně střechy na nosném rámu) obsluhuje prostor kanceláří, chodeb a hygienických místností v 2NP a 1NP. Jednotka je ovládána vlastním systémem MaR na základě teplotního čidla v potrubí za jednotkou. Na základě toho je volen provozní režim zařízení.

Filtrovaný a tepelně upravený vzduch bude do obsluhovaných prostorů transportovaný čtyřhranným nebo kruhovým SPIRO potrubím z pozinkovaného plechu třídy těsnosti B. Jako koncové elementy pro přívod a odvod vzduchu budou sloužit anemostaty s nastavitelnými lamelami a talířové ventily. Odvod znehodnoceného vzduchu bude taktéž potrubním rozvodem z čtyřhranného nebo kruhového potrubí třídy těsnosti B.

Popis komponentů VZT jednotky:

PŘÍVOD

- uzavírací klapka se servopohonem;
- Filtr, Typ filtru: Kapsový, Snímač tlakové difference P33 N (30 - 500 Pa), Třída filtrace M5.
- Deskový rekuperátor, Zima (Teplota / Vlhkost- Přívod Vstup -12.0 °C / 95 %), léto (32.0 °C / 37 %) Účinnost 53 % Suchá teplotní účinnost 49 % Výkon 14.9 kW. Obtokové klapky se servopohonem. Snímač namrzání.
- Ventilátor s volným oběžným kolem, ovládání FM. Výkon na hřídeli 987 W, Napětí motoru 3NPE 400 V, 50 Hz. Regulace na konstantní průtok.
- Vodní ohřívač. Protimrazové čidlo. Doplnková protimrazová ochrana, směšovací uzel.
- Servisní komora, včetně protimrazového elektrického ohřívače, směšovací uzel
- Vodní chladič, Směšovací uzel chladiče. Souprava pro odvod kondenzátu.
- Eliminátor kapek,
- Servisní komora, včetně protimrazového elektrického ohřívače, směšovací uzel
- Filtr, Typ filtru kapsový. Snímač tlakové difference P33 N (30 - 500 Pa), Třída filtrace dle EN 779 F9.

ODVOD

- Filtr, Typ filtru: Kapsový. Snímač tlakové difference P33 N (30 - 500 Pa). Třída filtrace dle EN 779 M5
- Ventilátor, Typ ventilátoru frekvenční měnič s volným oběžným kolem, Výkon na hřídeli 987 W, Napětí motoru 3NPE 400 V, 50 Hz. Regulace na konstantní průtok.
- Deskový výměník
- Eliminátor kapek
- Prázdná komora
- Uzavírací klapka se servopohonem.

Izolace na centrálním VZT systému: odvodní i přívodní potrubí bude na střeše izolováno tepelně-hlukovou izolací tl. 100 mm. V šachtě bude potrubí izolováno protipožární izolací tl. 50 mm. V daném podlaží ve směru od jednotky do vnitřního prostoru tepelně izolovaný tvrzenou tepelnou nenasákavou izolací tl.50 mm – zabránění kondenzace vodní páry

v letním období. Pro zabránění šíření nadměrného hluku od vzduchotechnické jednotky jsou použity k dopojení koncových elementů zvukově izolační hadice.

Zařízení č. 3 - Teplovzdušné větrání

VZT jednotka (umístěna ve středu střechy na nosném rámu) obsluhuje prostor kanceláří, chodeb, dílen, laboratoří a hygienických místností v 1NP. Jednotka je ovládána vlastním systémem MaR na základě teplotního a vlhkostního čidla v potrubí za jednotkou. Na základě toho je volen provozní režim zařízení.

Filtrovaný a tepelně upravený vzduch bude do obsluhovaných prostorů transportovaný čtyřhranným nebo kruhovým SPIRO potrubím z pozinkovaného plechu třídy těsnosti B. Jako koncové elementy pro přívod a odvod vzduchu budou sloužit anemostaty s nastavitelnými lamelami a talířové ventily. Odvod znehodnoceného vzduchu bude taktéž potrubním rozvodem z čtyřhranného nebo kruhového potrubí třídy těsnosti B.

Popis komponentů VZT jednotky:

PŘÍVOD

- uzavírací klapka se servopohonem;
- Filtr, Typ filtru: Kapsový, Snímač tlakové difference P33 N (30 - 500 Pa), Třída filtrace M5
- Deskový rekuperátor, Zima(Teplota / Vlhkost- Přívod Vstup -12.0 °C / 95 %), léto (32.0 °C / 37 %) Účinnost 64 % Suchá teplotní účinnost 49 % Výkon 16.4 kW. Obtokové klapky se servopohonem. Snímač namrzání.
- Ventilátor s volným oběžným kolem, ovládání FM. Výkon na hřídeli 987 W, Napětí motoru 3NPE 400 V, 50 Hz. Regulace na konstantní průtok.
- Vodní ohřívač. Protimrazové čidlo. Doplnková protimrazová ochrana, směšovací uzel.
- Servisní komora, včetně protimrazového elektrického ohřívače, směšovací uzel
- Vodní chladič, Směšovací uzel chladiče. Souprava pro odvod kondenzátu.
- Eliminátor kapek,
- Servisní komora, včetně protimrazového elektrického ohřívače, směšovací uzel
- Zvlhčovač parní, Vstup 23.0 °C / 7 %, Výstup 23.0 °C / 40 %. Souprava pro odvod kondenzátu.

- Parní vyvíječ s parním výkonem 20 kg/h. Nominální příkon 14,9 kW. Provedení M. Úprava relativní vlhkosti pro zimní období v laboratořích na hodnotu 40 % RH. Úprava pro letní období nebude řešeno.
- Komora zvlhčovače ochrana parního zvlhčovače před vlivem větru a mrazu. Vybavení komory-Ventilátor s uzavírací klapkou a venkovní žaluzií, termostat pro spuštění ventilátoru s uzavírací klapkou, elektrický ohřívač (400 W) s ventilátorem, termostat pro spuštění elektrického ohřívače.
- Filtr, Typ filtru kapsový. Snímač tlakové difference P33 N (30 - 500 Pa), Třída filtrace dle EN 779 F9.

ODVOD

- Filtr, Typ filtru: Kapsový. Snímač tlakové difference P33 N (30 - 500 Pa). Třída filtrace dle EN 779 M5.
- Ventilátor, Typ ventilátoru frekvenční měnič s volným oběžným kolem, Výkon na hřídeli 987 W, Napětí motoru 3NPE 400 V, 50 Hz. Regulace na konstantní průtok.
- Deskový výměník
- Eliminátor kapek
- Prázdná komora
- Uzavírací klapka se servopohonem.

Izolace na centrálním VZT systému: odvodní i přívodní potrubí bude na střeše izolováno tepelně-hlukovou izolací tl. 100 mm. V šachtě bude potrubí izolováno protipožární izolací tl. 50 mm. V daném podlaží ve směru od jednotky do vnitřního prostoru tepelně izolovaný tvrzenou tepelnou nenasákavou izolací tl.50 mm – zabránění kondenzace vodní páry v letním období. Pro zabránění šíření nadměrného hluku od vzduchotechnické jednotky jsou použity k dopojení koncových elementů zvukově izolační hadice.

Zařízení č. 4 a 5 - Přímé chlazení

- Venkovní kondenzační VRF zařízení. Zařizuje dochlazování kanceláří, chodeb a vstupní haly. Umístění jednotek na střeše na nosných rámech - dodávka stavby. Venkovní jednotky jsou spojeny s vnitřními jednotkami Cu potrubím a komunikační kabeláží. Výkon a počet jednotek byl navržen s ohledem na vypočítanou teplotní zátěž: chladicí výkon 28kW a 40kW, maximální výkon jednotek 36,4kW a 52kW. Příkon: 5,78kW a

9,87kW. Hladina akustického tlaku: 60 dB(A) a 62 dB(A) ve vzdálenosti 1 m. Průměr připojení 10/22 a 12/28 (kap./plyn).

Zařízení č. 6 - Přímé chlazení

Venkovní kondenzační (multisplit) jednotka pro 2 klimatizační zařízení. Zařizuje dochlazování schodišťového prostoru a chodby. Umístění jednotky na střeše na nosném rámu - dodávka stavby. Venkovní jednotka je spojena s vnitřní jednotkou Cu potrubím a komunikační kabeláží. Výkon a počet jednotek byl navržen s ohledem na vypočítanou teplotní zátěž: Chladicí výkon 5,3kW (1,1-5,6kW). Příkon jednotky: 1,54kW. Hladina akustického tlaku 50 dB(A) ve vzdálenosti 1 m a výšce 1,5 m. Připojení 10/22 (kap./plyn).

1.4 Nároky na energie

K zajištění chodu větracích a klimatizačních zařízení je třeba zabezpečit následující zdroje energií:

Viz nedílná příloha technické zprávy: Přehled výkonů po zařízeních

1.5 Měření a regulace, protimrazová ochrana

Nově navrhované vzduchotechnické a klimatizační jednotky budou řízeny a regulovány vlastním systémem měření a regulace – systém měření a regulace dodá profese VZT.

1.6 Nároky na související profese

1.6.1 Stavební úpravy:

- otvory pro prostupy vzduchovodů včetně zapravení a odklizení sutě,
- otvory pro prostupy chladičového Cu potrubí včetně zapravení a odklizení sutě,
- obložení a dotěsnění prostupů VZT potrubí izolačními protiotřesovými hmotami v rámci zapravení,
- dotěsnění a oplechování prostupů střešní konstrukcí,
- zajištění případných nátěrů VZT prvků umístěných na fasádě, či střeše objektu (architektonické ztvárnění),

- zřízení prostoru pro umístění vzduchotechnické jednotky včetně povrchové úpravy podlahy,
- protihluková opatření v místnosti VZT (akustický obklad + odborné posouzení výpočtem),
- stavební, výpomocné práce,
- zřízení revizních otvorů pro přístup k ventilátorům, regulačním a požárním klapkám v nerozebíratelných částech podhledu,
- zřízení základů pro osazení venkovních kondenzačních jednotek přímého chlazení na střeše.

1.6.2 Silnoproud:

- silové napojení a spouštění zařízení dle tabulek výkonů,
- silové napojení venkovních kondenzačních jednotek přímého chlazení přes samostatně jištěný přívod a na záložní zdroj,
- tepelná ochrana napájených zařízení dle tabulek výkonů,
- osazení deblokačních (servisních) vypínačů na kondenzačních jednotkách přímého chlazení (na tělo jednotek nebo do jejich těsné blízkosti),
- dodávka doběhů, napájení a spouštění ventilátorů uvedených v tabulce výkonů
- uzemnění VZT potrubí,
- opatření el. zařízení výstražnými štítky dle ČSN ISO 3864,
- elektrická zařízení budou připojena dle ČSN 332180, 332190, 332000-1, 332000-4-46, 332000-5-537.

1.6.3 ÚT:

- připojení ohřívače centrálních VZT jednotek a potrubního ohřívače na topnou vodu (regulační uzly dodávkou ÚT),
- pokrytí tepelné ztráty prostupem,
- zřízení rozvodů teplé vody.

1.6.4 ZTI:

- odvod kondenzátu od chladiče, výměníku ZZT centrální jednotky VZT,

- odvod kondenzátu od vnitřních klimatizačních jednotek přímého chlazení přes zápachové uzávěry.

1.7 Protihluková a protiotřesová opatření

Do rozvodných tras potrubí budou vloženy tlumiče hluku, které zabrání nadměrnému šíření hluku od ventilátorů do větraných místností, případně do exteriéru. Tyto tlumiče budou osazeny jak v přívodních, tak odvodních trasách všech vzduchovodů. Vzduchovody budou protihlukově izolovány od zdroje hluku za jednotlivé tlumiče jak na sání, tak na výtlaku. Veškeré točivé stroje (jednotky, ventilátory) budou pružně uloženy za účelem zmenšení vibrací přenášejících se stavebními konstrukcemi – stavitelné nohy budou podloženy rýhovanou gumou. Veškeré vzduchovody budou napojeny na ventilátory přes tlumicí vložky nebo ohebné zvukově izolované potrubí. Potrubí bude na závěsech podloženo tlumicí gumou. Všechny prostupy VZT potrubí stavebními konstrukcemi budou obloženy a dotěsněny izolací – dodávka stavby. Místnosti strojoven VZT hlukově izolovány – posouzení odbornou profesí zajistí stavba. Venkovní kondenzační jednotky budou osazeny na pružně dilatovaný základ – dodávka stavby, nutné odborné posouzení specializovanou profesí.

1.8 Izolace a nátěry

Jsou navrženy tvrzené izolace hlukové a tepelné. Ve výkresové části PD jsou uvažované izolace popsány na výkresech. Tepelná izolace tl. 50 mm bude zároveň plnit funkci hlukové. Požárně budou izolovány potrubní rozvody přecházející přes samostatný požární úsek, místa na potrubních rozvodech pro doizolování předsazené požární klapky před požárně dělicí konstrukcí a to tak, že patřičná část vzduchovodu bude chráněna izolací s požadovanou dobou odolnosti.

Tvrzená tepelně-hluková izolace minerální vlna – tl. izolace 50 mm. Součinitel tepelné vodivosti: 0,032 W/mK.

Protipožární izolace – tl. izolace 50 mm. Protipožární odolnost EI 60 S (60 min.).

Tvrzená tepelně-hluková izolace minerální vlna – tl. izolace 100 mm. Součinitel tepelné vodivosti: 0,032 W/mK.

V případě použití jiného druhu izolací je nutné se řídit uvedenými parametry. Nátěry nejsou uvažovány. Všechny protidešťové žaluzie budou tvořeny z pozinkovaného plechu – možnost nátěru – architektonické řešení dodávka stavby.

1.9 Protipožární opatření

Protipožární klapky umístěný na přechodu ze střechy do 2NP – požární úseky jsou rozděleny po jednotlivých patrech. Potrubí VZT v šachtách izolováno protipožární izolací tl. 50 mm.

1.10 Montáž, provoz, údržba a obsluha zařízení

- Realizační firma v rámci své dodávky provede rozpis VZT potrubí pro výrobní a montážní účely (rozdělení vzduchovodů na jednotlivé tvarovky a roury včetně potřebných „doměrů“);
- Rozvody VZT budou instalovány před ostatními profesemi – prostorové nároky;
- Při realizaci bude dodavatel VZT provádět doplňkovou koordinační činnost potrubních rozvodů VZT s ostatními profesemi;
- Všechny protidešťové žaluzie budou tvořeny z pozinkovaného plechu, či plastu připravenými k případnému nátěru – architektonické řešení dodávka stavby;
- Při montáži požárních klapek budou zajištěny přístupy pro následné revize – nutná opětovná koordinace se stavební profesí v průběhu realizace výstavby;
- Osazení centrálních VZT a KLM jednotek bude provedeno na podložky z rýhované gumy;
- Při zaregulování systémů VZT s motory ovládanými frekvenčním měničem je nutné nastavení požadovaných vzduchových výkonů – např. pomocí prandtlové trubice;
- Vzhledem k čitelnosti a orientaci na výkresech, budou profesí stavební částí zpracovány koordinační výkresy všech profesí, při montáži je třeba kontrolovat polohu rozvodů VZT dle koordinačních výkresů stavby;
- Spodní hrana vzduchovodů uvedená na výkresech je uvažována od čisté podlahy místností;
- Montáž všech VZT zařízení bude provedena odbornou montážní firmou. Navržená VZT zařízení budou montována podle montážních předpisů jednotlivých VZT prvků. VZT potrubí pro decentrální systémy větrání technických a hygienických místností

budou ve třídě těsnosti B. Lemy potrubí a rohovníky přírubových spojů budou utěsněny trvale pružným polyuretanovým tmelem;

- Všechny odbočky, rozbočky a nástavce na čtyřhranných potrubních rozvodech budou vybaveny náběhovými plechy – třetí stupeň regulace;
- Připojení koncových elementů pro přívod i odvod vzduchu bude proveden tepelně izolovanými hadicemi typu Sonoflex;
- Na každém nástavci na čtyřhranném nebo kruhovém potrubí bude před zvukově izolační ohebnou hadicí umístěna těsná regulační klapka daného průměru;
- Přesné umístění koncových elementů VZT v jednotlivých podhledových rastrech bude uvedeno na koordinačních výkresech ve stavební části – nutná koordinace při realizaci;
- Při montáži musí být dodržována veškerá bezpečnostní opatření dle platných předpisů. Veškerá zařízení musí být po montáži vyzkoušena a zaregulována. Uživatel musí být řádně seznámen s funkcí, provozem a údržbou zařízení;
- VZT zařízení, seřízená a odevzdaná do trvalého provozu, smí být obsluhována pouze řádně zaškolenými pracovníky, a to dle provozních předpisů dodavatelů vzduchotechnických zařízení, pokud není v PD uvedeno jinak. Při provozu odpovídá za bezpečnost práce provozovatel. Všechny podmínky pro bezpečnou práci musí být uvedeny v provozním řádu. Vypracování provozního řádu včetně zaškolení obsluhy zajistí dodavatel;
- VZT zařízení musí být pravidelně kontrolována, čištěna a udržována stále v provozuschopném stavu. Okolí zařízení musí být vždy čisté a přístupné pro snadnou kontrolu a bezpečnou obsluhu nebo údržbu. Vizualně bude hygienická účinnost provozu (filtrační části) jednotlivých KLM zařízení kontrolována nejméně jednou týdně, pravidelně musí být kontrolováno zanášení jednotlivých stupňů filtrace (prostřednictvím měření tlakové difference filtru). O kontrolách a údržbě musí být veden záznam a jejich frekvence bude určena v provozním řádu – zajistí dodavatel;
- Výměna dílčích prvků vzduchotechnických zařízení a následné nakládání s nimi (likvidace filtrů apod.) bude prováděna podle předpisů jednotlivých výrobců;
- Navržená VZT a KLM zařízení budou řízena a regulována vlastním systémem měření a regulace – profese VZT. Údržbu a kontrolu nad chodem zařízení budou zajišťovat techničtí pracovníci, kteří musí být pro tuto činnost zaškoleni.

- **Dodavatel VZT zajistí:**

1. Autorizované měření hluku vybraných vnitřních prostorů včetně vypracování protokolů.
2. Zpracování dokumentace pro provádění stavby profese VZT na základě skutečně dodaných zařízení.
3. Zpracování dílenské dokumentace profese VZT pro potřeby montáže.
4. Zpracování dokumentace skutečného provedení profese VZT.

Dokumentace skutečného provedení bude provedena jako nadstavba projektu pro provedení stavby s následujícími odlišnostmi:

- 4.1. budou do ní zaneseny veškeré změny, které byly oproti projektu k provedení stavby realizovány v dodavatelské dokumentaci;
 - 4.2. budou do ní zahrnuty veškeré změny, které byly provedeny v průběhu realizace stavby;
 - 4.3. výkresy budou zbaveny veškerých údajů, které jsou pro orientaci ve stavbě a pro následný provoz a údržbu zbytečné a znepráhledňují dokumentaci (některé kóty důležité pro montáž a výrobu, některé pozice části zařízení, které nemají vliv na pozdější provoz);
 - 4.4. výkresová část bude přenesena do aktuálních stavebních podkladů;
 - 4.5. dokumentace bude doplněna převodními tabulkami tak, aby jednotlivé profesní projekty bylo možno na sebe navázat.
5. Vypracování provozního řádu včetně provizorních provozních podmínek.
 6. Komplexní a funkční zkoušky VZT a KLM systémů.
 7. Zaregulování VZT a KLM systémů včetně vypracování protokolů o měření.
 8. Návod k obsluze jednotlivých VZT zařízení a systémů.
 9. Certifikace či prohlášení o shodě jednotlivých zařízení či jejich částí.
 10. Revizní zprávy všech elektrospotřebičů.
 11. Revizní zprávy požárních klapků a mechanických požárních stěnových uzávěrů.
 12. Zaškolení pověřených pracovníků obsluhy a údržby.

- **Komplexní (funkční) zkoušky:**

- Doba trvání zkoušek každého VZT a KLM zařízení musí být minimálně 12 hodin.

Uvedení zařízení do provozu

- **Jednotku může uvádět do provozu pouze osoba s potřebnou kvalifikací.** Před prvním spouštěním jednotky je nutné, aby kvalifikovaný pracovník provedl výchozí revizi elektrické instalace všech připojených komponentů vzduchotechnického zařízení.

Bezpečnostní opatření

1. Na sekcích s nebezpečím úrazu (elektrickým proudem, rotujícími částmi apod.) nebo s připojovacími body (přívod – odvod topné vody, směr proudění vzduchu apod.), je vždy umístěn výstražný nebo informační štítek.
2. Ventilátory jednotky je zakázáno spouštět nebo provozovat při otevřených nebo odkrytých panelech. Na riziko zachycení pohyblivými částmi je upozorněno štítkem na servisních dveřích jednotky. Servisní dveře musí být za provozu vždy uzavřeny, případný uzamykací uzávěr ventilátorových komor musí být proti nežádoucímu přístupu uzamčen klíčkem.
3. Před zahájením prací na ventilátorovém dílu se musí bezpodmínečně vypnout hlavní vypínač a provést taková opatření, která zabrání neúmyslnému zapnutí el. motoru v průběhu servisní operace.
4. Při vypouštění výměníku musí být teplota vody nižší než +60 °C. Připojovací potrubí ohřívače musí být izolované tak, aby povrchová teplota byla nižší než +60 °C.
5. Je zakázána demontáž servisního panelu elektrického ohřívače pod napětím a změna nastavení bezpečnostního termostatu výrobcem.
6. Je zakázáno provozovat elektrický ohřívač bez regulace teploty výstupního vzduchu a zabezpečení ustálené rychlosti proudění dopravované vzdušiny.

Kontrola před prvním spouštěním jednotky

Obecné činnosti a kontrola

- Servisní panely jsou opatřeny panty a vnějšími uzávěry. Uzávěr slouží zároveň jako madlo. K otevření/uzavření je nutno použít speciální nástroj – klíč.
- zda je jednotka ustavena do roviny, zda jsou všechny součásti vzduchotechnického zařízení mechanicky nainstalovány a připojeny ke vzduchotechnickému rozvodu
- zda jsou okruhy chlazení i topení zapojeny a zda jsou média dostupná

- zda jsou připojeny všechny elektrické spotřebiče
- zda jsou instalovány odvody kondenzátu
- zda jsou instalovány a zapojeny všechny prvky MaR

Elektrická instalace

- dle schémat zapojení je nutné zkontrolovat správnost el. připojení jednotlivých el. prvků jednotky

Sekce filtrační

stav filtrů

upevnění filtrů

nastavení diferenčních snímačů tlaku

Sekce vodních a ohříváčů

stav teplosměnné plochy

stav připojení přívodního a odvodního potrubí

stav a zapojení směšovacího uzlu

funkčnost, stav, zapojení a instalace prvků protimrazové ochrany

Sekce vodních a chladičů a

stav teplosměnné plochy

stav připojení přívodního a odvodního potrubí

napojení odvodu kondenzátu prvky a napojení chladicího okruhu

stav eliminátoru kapek

Sekce deskového rekuperátoru

stav lamel výměníku

funkčnost bypassové klapky

stav eliminátoru kapek

napojení odvodu kondenzátu

Sekce ventilátorová

kontrola neporušenosti a volného otáčení ob. kola

kontrola dotažení nábojů

kontrola dotažení šroubových spojení vestavby

kontrola čistoty oběžného kola, sání a výtlaku ventilátoru

bez cizích předmětů

U ventilátorů s řemenovým převodem navíc:

kontrola napnutí řemenů

kontrola souososti řemenic

kontrola neporušenosti klínových řemenů

Uvádění jednotky do provozu při nevyregulované instalaci lze provádět pouze při otevřené regulační klapce na vstupu jednotky. Provoz jednotky v případě nevyregulované instalace může vést k přetížení motoru ventilátoru a k jeho trvalému poškození.

Kontrola při prvním spouštění jednotky

Správnost směru otáčení ventilátoru dle šipky na oběžném kole nebo spirální skřini.

Správnost směru otáčení rotoru rotačního rekuperátoru dle šipky na rotoru (ze strany servisního panelu vždy směrem vzhůru), plynulost otáčení bez známek zadrhání.

Odběr proudu připojených zařízení (nesmí přesáhnout uvedenou hodnotu na štítku zařízení).

Po cca 5 minutách provozu teplotu ložisek ventilátoru a napnutí řemenů (pouze u ventilátoru s klínovými řemeny). Kontrola se provádí při vypnutém ventilátoru!

Stav vody v sifonu sady pro odtok kondenzátu. Pokud byla voda odsáta je nutno zvýšit výšku sifonu.

Stav upevnění filtrů

Při zkušebním provozu je nutno sledovat výskyt nepatřičných zvuků a nadměrného chvění jednotky. Zkušební provoz by měl probíhat po dobu nejméně 30 min. Po ukončení zkušebního provozu je nutno jednotku prohlédnout. Zvláštní pozornost je potřeba věnovat filtrační sekci, zda nedošlo k poškození filtrů. Ventilátorové sekci, kontrola napětí řemenů a dotažení závitových kolíků upínacích nábojů a správné funkce odvodu kondenzátu. V případě nadměrného chvění jednotky je nutno znovu provést kontrolu ventilátorové vestavby a v příp. nutnosti změřit intenzitu kmitání. Jestliže intenzita kmitání u vestavby s volným oběžným kolem překročí hodnotu 2,8 mm/s, měřeno na štítu ložiska motoru na straně oběžného kola, je nutno ventilátor prohlédnout a vyvážit odborným personálem. Ve zkušebním provozu je nutno provést zaregulování soustavy. Před uvedením jednotky do trvalého provozu doporučujeme regeneraci nebo výměnu filtračních vložek.

- **Provozní řád**

Před uvedením vzduchotechnického zařízení do trvalého provozu musí provozovatel zařízení vydat provozní řád odpovídající danému provozu, provozním podmínkám zařízení a platným právním předpisům. Doporučuje se jeho následující členění:

1. sestava, určení a popis činností vzduchotechnického zařízení ve všech režimech a provozních stavech;
2. popis všech bezpečnostních a ochranných prvků a funkcí zařízení;
3. zásady ochrany zdraví a pravidel bezpečnosti provozu a obsluhy vzduchotechnického zařízení;
4. požadavky na kvalifikaci a zaškolení obsluhujícího personálu; jmenný seznam pracovníků, kteří jsou oprávněni zařízení obsluhovat;
5. podrobné pokyny pro obsluhu, činnost obsluhy při havarijních a poruchových stavech;
6. soupis zvláštností provozu v různých klimatických podmínkách (letní a zimní provoz);
7. harmonogram revizí, kontrol a údržby včetně soupisu kontrolních úkonů a způsobů evidence.
8. Popis jednotlivých systémů a zařízení vč. popisu umístění jejich hlavních komponentů.
9. Veškeré jednoznačné údaje o umístění jednotlivých komponentů zařízení s jednoznačným kódováním odpovídající ostatním profesím, zvláště měření a regulaci.
10. Výkonové parametry jednotlivých zařízení.
11. Plán údržby a servisu hlavních komponentů a komponentů vyžadující pravidelné revize.
12. Chování obsluhy, údržby, servisu či pověřeného pracovníka správy budovy v případě havarijních situací vč. jejich analýzy.
13. Definování a odstraňování jednotlivých závad zařízení pracovníky vlastní údržby.
14. Schémata hlavních systémů.
15. Návodů na obsluhu a údržbu jednotlivých komponentů.
16. Popis činností servisních organizací.

17. Nastavení hlavních parametrů systémů a souvztažnost jednotlivých veličin.
 18. Na potrubí bude naznačen směr proudění.
 19. Budou uvedena čísla zařízení, polohy klapek.
 20. U zařízení bude uveden normální provozní stav (např. pro klapky apod.)
- **Podmínky měření hluku v interiéru**
 1. Jedná se pouze o měření hluku od VZT a KLM zařízení, musí být vyloučen hluk od ostatních zařízení, stavebních prací nebo provizorního provozu místnosti (oddělení).
 2. Pokoje musí být vybaveny nábytkem a zařízením.
 3. Měřicí bod v pobytové zóně osob (1,8 m pro stojící osoby, 1,5 m pro sedící) a v místě trvalého výskytu osob dle charakteru práce a rozvržení interiéru.
 4. V nočním režimu bez FCU a KLM jednotek.
 5. Vyloučen pohyb osob a zařízení.
 6. Měření dle požadavků vyjádření KHS.
 - **Provizorní provoz**

K provizornímu provozu lze přistoupit po dohodě s investorem/provozovatelem za splnění podmínek komplexních (funkčních) zkoušek.

Provoz musí být v souladu s montážními a provozními návody výrobců jednotlivých zařízení.

Systémy budou po provizorním provozu investorovi předány čisté, desinfikované, s čistými filtračními vložkami všech stupňů filtrace.

1.11 Závěr

Navržené větrací a klimatizační zařízení splňuje nároky kladené na provoz daného typu a charakteru. V obsluhovaných prostorách zajistí pohodu prostředí požadovanou předpisy s ohledem na technické možnosti a požadavky GP a investora.

2 Specifikace

Zařízení č. 1

Označení	Popis	Měrná jednotka	Počet kusů
1.01	VZT jednotka ve venkovním provedení, přívod/odvod (1950/1950m ³ /h), Ventilátory s frekvenčním měničem a volným oběžným kolem na přívodu i odvodu. Deskový rekuperátor s účinností 63%. Uzavírací klapky se servopohonem. Filtr kapsový na přívodu M5 a F9, na odvodu M5. Vodní ohřívač s protimrazovou ochranou. Servisní komory za vodním chladičem i ohřívačem s elektrickým ohřívačem a směšovací uzlem. Vodní chladič s odvodem kondenzátu doplněm o eliminátor kapek.	ks	1
1.02	Buňkové tlumiče hluku typu G (dřevaný plech) 500x200x1000. Přívodní potrubí.	ks	12
1.03	Buňkové tlumiče hluku typu G (dřevaný plech) 500x200x1000. Odvodní potrubí.	ks	16
1.04	Regulační klapka DN200mm, ruční	ks	22
1.05	Regulační klapka DN160mm, ruční	ks	2
1.06	Přívodní anemostat 300/8. Průtok vzduchu 50m ³ /h. Napojení DN160mm. Rozměry 278x278x290.	ks	1
1.07	Přívodní anemostat 600/16. Průtok vzduchu 150-200m ³ /h. Napojení DN200mm. Rozměry 598x598x400.	ks	11
1.08	Regulační klapka DN100mm, ruční	ks	1
1.09	Odvodní anemostat 300/8. Průtok vzduchu 50m ³ /h. Napojení DN160mm. Rozměry 278x278x290.	ks	1
1.10	Odvodní anemostat 600/16. Průtok vzduchu 200-250m ³ /h. Napojení DN200mm. Rozměry 598x598x400.	ks	2
1.11	Talířový ventil odvodní. Typ KKR DN150-DN200.	ks	9
1.12	Talířový ventil odvodní. Typ KKR DN100.	ks	1
1.13	Protidešťová žaluzie 500x560mm s ochranným sítím. Sání. Nerez - pozink ocel	ks	1
1.14	Protidešťová žaluzie 500x400mm s ochranným sítím. Výfuk. Nerez - pozink ocel	ks	1
1.15	Protipožární klapka CU2, se servopohonem 400x250, přívodní potrubí. Napojeno na systém EPS	ks	1
1.16	Protipožární klapka CU2, se servopohonem 400x250, přívodní potrubí. Napojeno na systém EPS	ks	1
1.17	Protipožární klapka CU2, se servopohonem 700x250, odvodní potrubí. Napojeno na systém EPS	ks	1
1.18	Regulační klapka 355x225 mm, ruční	ks	1

Zařízení č. 2

Označení	Popis	Měrná jednotka	Počet kusů
2.01	VZT jednotka ve venkovním provedení, přívod/odvod (2500/2500m ³ /h), Ventilátor s frekvenčním měničem a volým oběžným kolem na přívodu i odvodu. Deskový rekuperátor s účinností 53%. Uzavírací klapky se servopohonem. Filtr kapsový na přívodu M5 a F9, na odvodu M5. Vodní ohříváč s protimrazovou ochranou. Servisní komory za vodním chladičem i ohříváčem s elektrickým ohříváčem a směšovacím uzlem. Vodní chladič s odvodem kondenzátu doplněm o eliminátor kapek.	ks	1
2.02	Buňkové tlumiče hluku typu G (děrovaný plech) 500x200x1000. Přívodní potrubí.	ks	12
2.03	Buňkové tlumiče hluku typu G (děrovaný plech) 500x200x1000. Odvodní potrubí.	ks	16
2.04	Regulační klapka DN200mm, ruční	ks	25
2.05	Regulační klapka DN160mm, ruční	ks	2
2.06	Přívodní anemostat 300/8. Průtok vzduchu 50m ³ /h. Napojení DN160mm. Rozměry 278x278x290.	ks	2
2.07	Přívodní anemostat 600/16. Průtok vzduchu 150-300m ³ /h. Napojení DN200mm. Rozměry 598x598x400.	ks	15
2.08	Odvodní anemostat 300/8. Průtok vzduchu 50m ³ /h. Napojení DN160mm. Rozměry 278x278x290.	ks	1
2.09	Odvodní anemostat 600/16. Průtok vzduchu 150-300m ³ /h. Napojení DN200mm. Rozměry 598x598x400.	ks	10
2.10	Regulační klapka DN160mm, ruční	ks	4
2.11	Talířový ventil odvodní. Typ KKR DN100.	ks	4
2.12	Protidešťová žaluzie 500x800mm s ochranným sítím. Sání. Nerez - pozink. ocel	ks	1
2.13	Protidešťová žaluzie 500x400mm s ochranným sítím. Výfuk. Nerez - pozink. ocel	ks	1
2.14	Protipožární klapka CU2, se servopohonem 700x350, přívodní potrubí. Napojeno na systém EPS	ks	1
2.15	Protipožární klapka CU2, se servopohonem 700x350, odvodní potrubí. Napojeno na systém EPS	ks	1

Zařízení č. 3

Označení	Popis	Měrná jednotka	Počet kusů
3.01	VZT jednotka ve venkovním provedení, přívod/odvod (2300/2300m ³ /h), Ventilátor s frekvenčním měničem a volným oběžným kolem na přívodu i odvodu. Deskový rekuperátor s účinností 64%. Uzavírací klapky se servopohonem. Filtr kapsový na přívodu M5 a F9, na odvodu M5. Vodní ohříváč s protimrazovou ochranou. Servisní komory za vodním chladičem i ohříváčem s elektrickým ohříváčem a směšovacími uzly. Vodní chladič s odvodem kondenzátu doplněný o eliminátor kapek. Zvlhčovací komora se soupravou pro odvod kondenzátu.	ks	1
3.02	Parní vývěž s parním výkonem 20kg/h. Nominální příkon 14,9kW. Parní vývěž je vybaven komorou pro ochranu proti mrazu a větru. Vybavení komory-ventilátor s uzavírací klapkou a venkovní žaluzií. Termostat pro spuštění ventilátoru. Elektrický ohříváč s ventilátorem a termostatem pro jeho spuštění	ks	1
3.03	Buňkové tlumiče hluku typu G (děrovaný plech) 500x200x1000. Přívodní potrubí.	ks	12
3.04	Buňkové tlumiče hluku typu G (děrovaný plech) 500x200x1000. Odvodní potrubí.	ks	16
3.05	Regulační klapka DN250mm, ruční	ks	3
3.06	Regulační klapka DN200mm, ruční	ks	15
3.07	Přívodní anemostat 600/24. Průtok vzduchu 350m ³ /h. Napojení DN250mm. Rozměry 598x598x400.	ks	3
3.08	Přívodní anemostat 600/16. Průtok vzduchu 150-300m ³ /h. Napojení DN200mm. Rozměry 598x598x400.	ks	5
3.09	Mřížka 300x150 mm. Průtok vzduchu 250m ³ /h. Volná plocha 0,024 m ² . Dvouřadá. Hladina akustického výkonu 19dB(A). Tlaková ztráta 4 Pa.	ks	1
3.10	Regulační klapka DN100mm, ruční	ks	2
3.11	Odvodní anemostat 600/16. Průtok vzduchu 150-300m ³ /h. Napojení DN200mm. Rozměry 598x598x400.	ks	8
3.12	Talířový ventil odvodní. Typ KKR DN100.	ks	1
3.13	Mřížka 300x150 mm. Průtok vzduchu 200m ³ /h. Volná plocha 0,024 m ² . Dvouřadá. Hladina akustického výkonu 17dB(A). Tlaková ztráta 2,5 Pa.	ks	1
3.14	Odvodní anemostat 300/8. Průtok vzduchu 100m ³ /h. Napojení DN160mm. Rozměry 278x278x290.	ks	1
3.15	Protidešťová žaluzie 500x710mm s ochranným sítem. Sání. Nerez - pozink. ocel	ks	1
3.16	Protidešťová žaluzie 500x400mm s ochranným sítem. Výfuk. Nerez - pozink. ocel	ks	1
3.17	Protipožární klapka CU2, se servopohonem 700x250, přívodní potrubí. Napojeno na systém EP5	ks	1
3.18	Protipožární klapka CU2, se servopohonem 600x300, odvodní potrubí. Napojeno na systém EP5	ks	1
3.19	Regulační klapka 400x225 mm, ruční pohon	ks	1

Zařízení č. 4

Označení	Popis	Měrná jednotka	Počet kusů
4.01	Venkovní kondenzační VRF zařízení, chladicí výkon 28kW, maximální výkon jednotek 36,4kW. Příkon: 5,78kW. Hladina akustického tlaku: 60dB(A) ve vzdálenosti 1m. Průměr připojení 10/22 (kap./plyn)	ks	1
4.02	Klimatizační 1-cestná kazetová jednotka. Chladicí výkon 2,8kW. Příkon: 44W	ks	1
4.03	Klimatizační 1-cestná kazetová jednotka. Chladicí výkon 3,6kW. Příkon: 44W	ks	1
4.04	Klimatizační nástěnná jednotka. Chladicí výkon 2,8kW. Příkon: 40W	ks	4
4.05	Klimatizační nástěnná jednotka. Chladicí výkon 1,7kW. Příkon: 40W	ks	5

Zařízení č. 5

Označení	Popis	Měrná jednotka	Počet kusů
5.01	Venkovní kondenzační VRF zařízení, chladicí výkon 40kW, maximální výkon jednotek 52kW. Příkon: 9,87kW. Hladina akustického tlaku: 62dB(A) ve vzdálenosti 1m. Průměr připojení 12/28 (kap./plyn)	ks	1
5.02	Klimatizační nástěnná jednotka. Chladicí výkon 1,7kW. Příkon: 40W	ks	4
5.03	Klimatizační nástěnná jednotka. Chladicí výkon 2,2kW. Příkon: 40W	ks	1
5.04	Klimatizační nástěnná jednotka. Chladicí výkon 2,8kW. Příkon: 40W	ks	5
5.05	Klimatizační nástěnná jednotka. Chladicí výkon 3,6kW. Příkon: 40W	ks	1
5.06	Klimatizační 1-cestná kazetová jednotka. Chladicí výkon 2,2kW. Příkon: 42W	ks	3
5.07	Klimatizační 1-cestná kazetová jednotka. Chladicí výkon 2,8kW. Příkon: 44W	ks	1

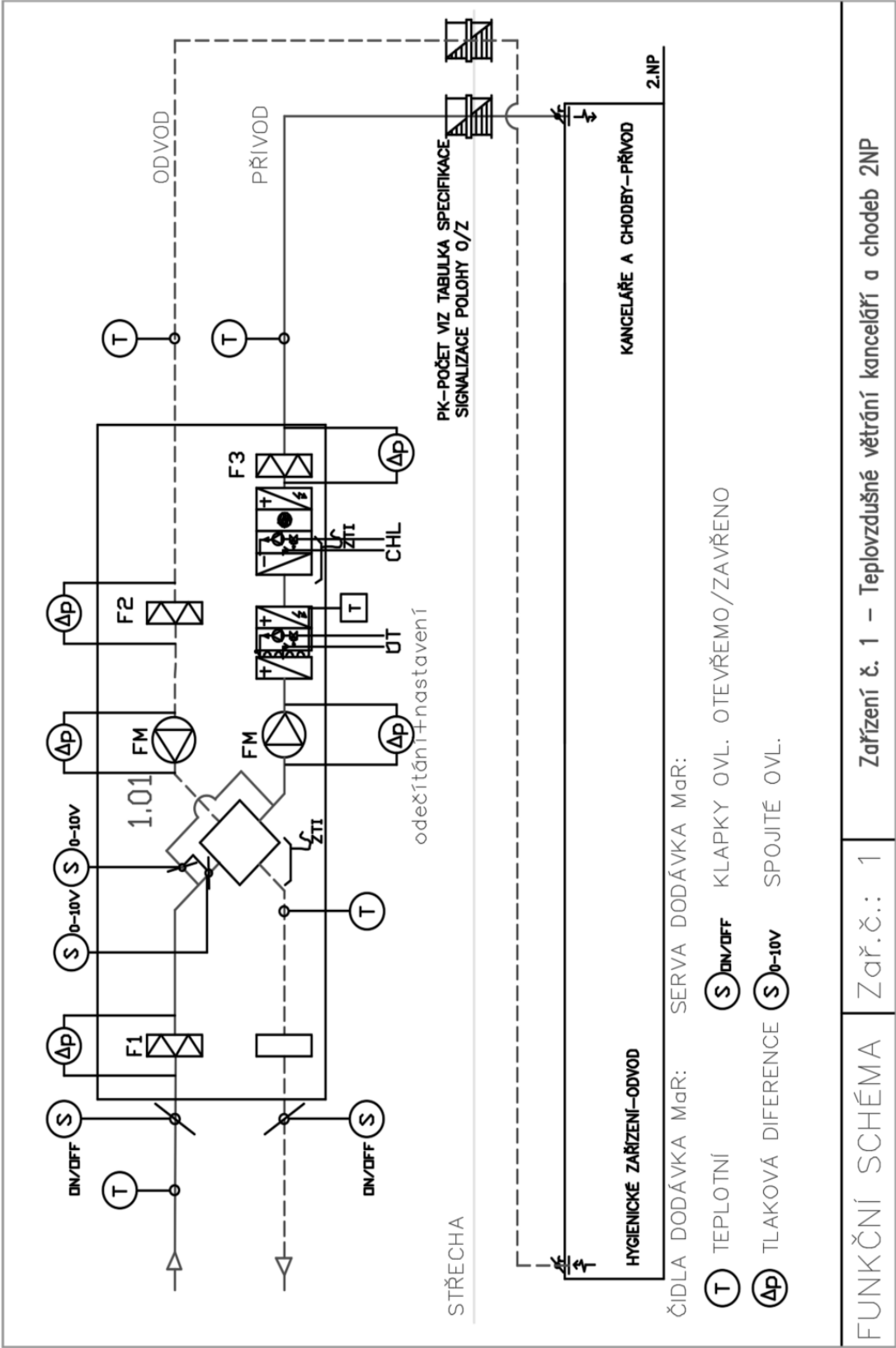
Zařízení č. 6

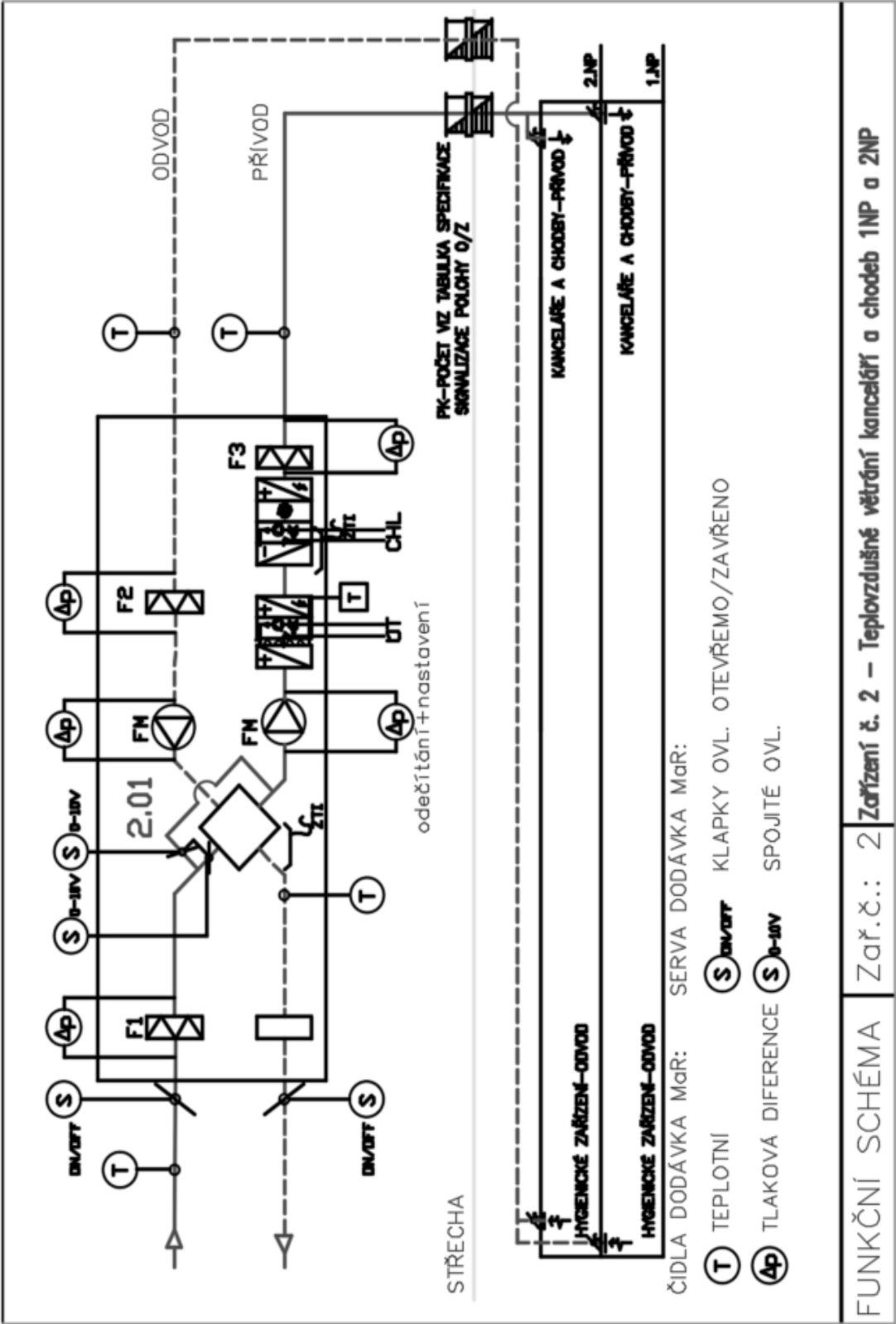
Označení	Popis	Měrná jednotka	Počet kusů
6.01	Venkovní kondenzační multisplitová jednotka pro 2 klimatizační zařízení. Chladicí výkon 5,3kW (1,1-5,6kW). Příkon jednotky: 1,54kW. Hladina akustického tlaku 50dB(A) ve vzdálenosti 1m a výšce 1,5m. Připojení 10/22 (kap./plyn).	ks	1
6.02	Klimatizační 1-cestná kazetová jednotka. Chladicí výkon 3,6kW. Příkon: 44W	ks	1
6.03	Klimatizační nástěnná jednotka. Chladicí výkon 1,7kW. Příkon: 40W	ks	1

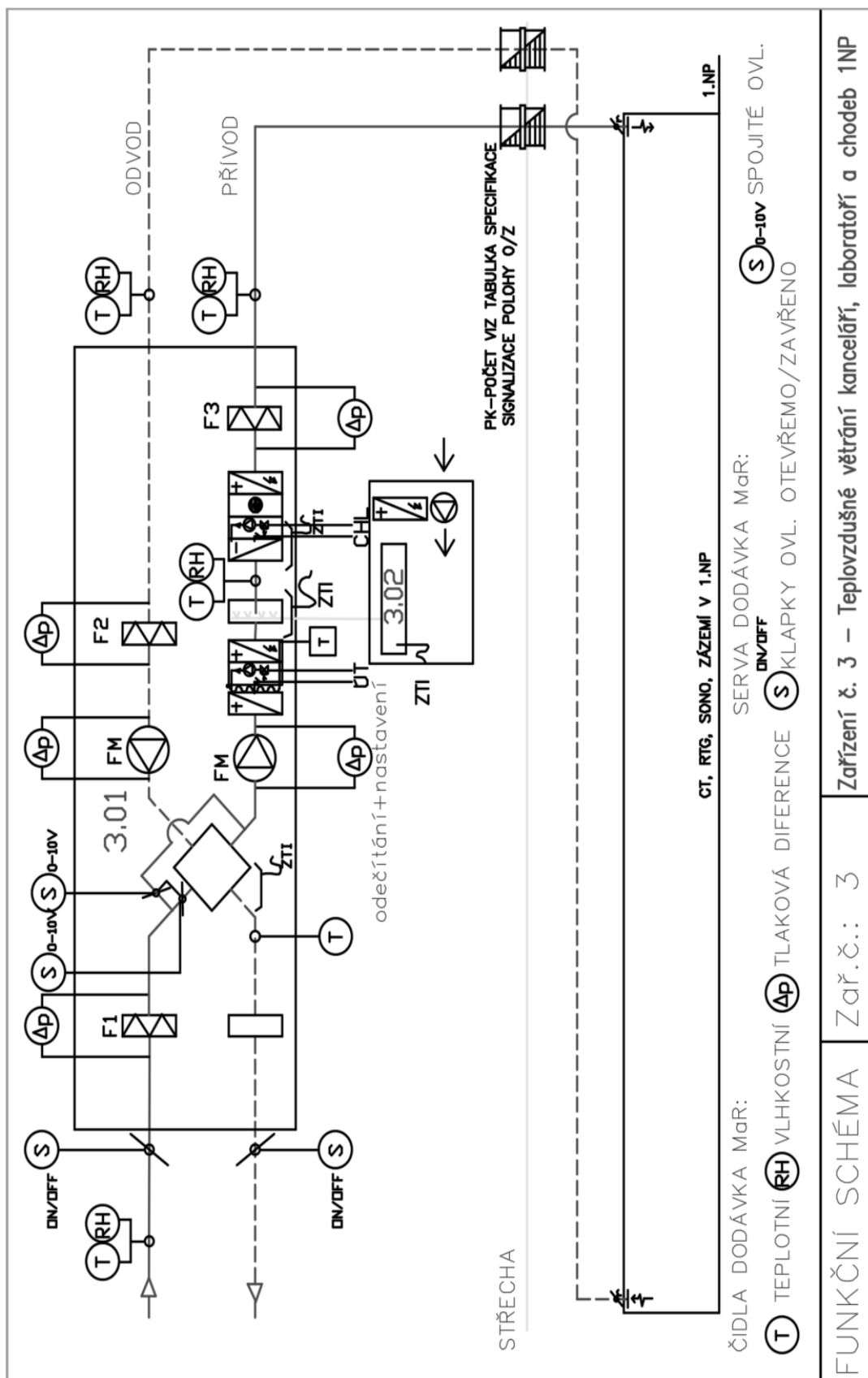
Zařízení č. 7

Označení	Popis	Měrná jednotka	Počet kusů
7.01	Vnitřní stěnová mřížka. Rozměr v/š (250/325). objemový průtok 150-200m ³ /h při efektivní rychlosti 0,95-1,2m/s. Rozteč lamel 12,5cm	ks	48

3 Schéma MaR







Závěr

Bakalářská práce představila shrnutí teoretického základu v oblasti chlazení a navrhla vzduchotechnické a chladicí zařízení pro administrativní objekt. V rámci výpočtové části bylo nejprve nutné spočítat tepelné bilance, na jejichž základě byly navrženy vzduchotechnické jednotky a chladicí systém. Pro zimní období bylo navrženo teplovzdušné větrání s teplotou přívodního vzduchu 23°C. Pro letní období bylo navrženo dochlazování vzduchu v místnostech prostřednictvím přímého chlazení pomocí VRF a multisplitového zařízení. Redukce hluku byla řešena buňkovými tlumiči. Výměna vzduchu byla řešena podle typu místnosti. Chladicí okruhy a vzduchotechnické jednotky byly navrženy tak, aby splňovaly nároky daného objektu dle platných právních předpisů. Na základě představeného projektu je tedy možné zlepšit vnitřní prostředí vybraného administrativního objektu. Bakalářská práce je v souladu s jejím zadáním a stanovenými cíli.

Seznam použitých zdrojů

1. GEBAUER, Günter, Olga RUBINOVÁ a Helena HORKÁ. *Vzduchotechnika*. 2. vyd. Technická knihovna (ERA). Brno : ERA, 2007. ISBN 978-80-7366-091-8.
2. MATĚJČEK, Karel. *TZB-info / Větrání a klimatizace / Regulace / Praktické zkušenosti s využitím indukčních výustí k distribuci vzduchu a z provozu vzduchotechnických systémů*. [Vetrani.tzb-info.cz, online] 21.3.2016. [cit. 2019-04-07] Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/regulace-vetrani-klimatizace/13946-prakticke-zkusenosti-s-vyuzitim-indukcnich-vyusti-k-distribuci-vzduchu-a-z-provozu-vzduchotechnicky-systemu>.
3. ŠIKULA, Ondřej. *Chlazení přednášky: 8. Chladicí stropy*. Brno : Presentace prezentována v: [Přednáška předmětu Ochlazování budov BT055, Fakulta stavební, Vysoké učení technické v Brně; 27.3.2019, Brno].
4. ŠIKULA, Ondřej. *Chlazení přednášky: 3. Pracovní látky pro ochlazení*. Brno: Presentace prezentována v: [Přednáška předmětu Ochlazování budov BT055, Fakulta stavební, Vysoké učení technické v Brně; 20.2.2019, Brno].
5. CHKT, TČ a Školící středisko. Dopad chladiv na životní prostředí a příslušné ekologické předpisy.
6. POČINKOVÁ, Marcela. Tepelná čerpadla. Brno : Presentace prezentována v: [Přednáška předmětu Obnovitelné a alternativní zdroje energie BT056, Fakulta stavební, Vysoké učení technické v Brně; 3/2019, Brno].
7. TOMLEIN, Peter. *Co je třeba vědět o chladivech*. [Asb-portal.cz, online] 8.9.2015. [cit. 2019-04-07]. Dostupné z: <https://www.asb-portal.cz/stavebnictvi/technicka-zarizeni-budov/vetrani-a-klimatizace/co-je-treba-vedet-o-chladivech>.
8. BROŽ, Jiří. *Nové směry ve vývoji chladiv do roku 2030*. [Technicka-zarizeni.cz, online] 6.3.2017. [cit. 2019-04-07] Dostupné z: <https://www.technicka-zarizeni.cz/nove-smery-ve-vyvoji-chladiv-do-roku-2030/?fbclid=IwAR0bFcXbsoDLGnC6nRbKXYpqFPofrBeE07ReyYfJVt>.
9. SEDLÁŘ, Jan. *Legislativní situace v oblasti chladiv a výhledy do budoucna*. [Vetrani.tzb-info.cz, online] 4.1.2016. [cit. 2019-04-23] Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/klimatizace-a-chlazení/13646-legislativni-situace-v-oblasti-chladiv-a-vyhledy-do-budoucnosti>.
10. FORMÁNEK, Marian. *Svaz chladicí a klimatizační techniky Chladiva 2019/2020*. místo neznámé : CHKT, 2019.

Seznam použitých zkratek a symbolů

t – teplota	[°C]
ϕ – relativní vlhkost	[%]
h – entalpie	[kg/KJ]
ρ – hustota	[m ³ /kg]
c – měrná tepelná kapacita	[J*kg ⁻¹ *K ⁻¹]
V – průtok vzduchu	[m ³ /h]
V _{min} – minimální objem výměny vzduchu	[m ³ /h]
V _p – průtok přívodního vzduchu	[m ³ /h]
V _o – průtok odvodního vzduchu	[m ³ /h]
U – součinitel prostupu tepla	[W*m ⁻² *K ⁻¹]
λ – součinitel tepelné vodivosti	[W/m*K]
A – plocha	[m ²]
S – plocha celého prostoru podlaha, strop, stěny	[m ²]
ξ – součinitel vrážených odporů	[-]
v – rychlost	[m/s]
Δp – tlaková ztráta	[Pa]
Q _{ch} – chladicí výkon	[W]
L _{WA} – hladina vlastního hluku	[dB]
L _S – hladina akustického tlaku	[dB]
L _P – hladina akustického tlaku	[dB]
f – frekvence	[Hz]
VZT – vzduchotechnika	
VRF – Variable Refrigerant Flow	
MaR – měření a regulace	
KLM – klimatizace	
ZTI – zdravotnická	
ZZT – zpětné získávání tepla	
ÚT – ústřední topení	

Seznam použitých obrázků

Obr. 1: Ústřední vzduchový klimatizační systém	15
Obr. 2: Zónový klimatizační systém	16
Obr. 3: Decentrální systém s kompaktní jednotkou a vodou chlazeným kondenzátorem	17
Obr. 4: Jednokanálový vysokotlaký systém	18
Obr. 5: Dvoukanálový vysokotlaký systém	19
Obr. 6: Kombinovaný systém s fan coils	20
Obr. 7: Kombinovaný systém s indukční jednotkou.....	21
Obr. 8: Chladicí stropy.....	22
Obr. 9: Uzavřený kompresorový okruh	23
Obr. 10: Druhy výparníků.....	25
Obr. 11: Druhy kondenzátorů	26
Obr. 12: Absorpční okruh	27
Obr. 13: Rozdělení objektu na funkční 13	39
Obr. 14: Stínění okna rámem a konstrukcemi stavby	43
Obr. 15: Umístění anemostatu v podhledu	51
Obr. 16: Řez talířovým ventilem	52
Obr. 17: Rozmezí průtoku vzduchů jednotlivých talířových ventilů (150 m ³ /h pro DN 200 mm).....	53
Obr. 18: Upevnění mřížky do ohraničujících konstrukcí	54
Obr. 19: Montážní rám protidešťové žaluzie.....	60
Obr. 20: h-x diagram pro zařízení č. 1	63
Obr. 21: h-x diagram pro zařízení č. 2	66
Obr. 22: h-x diagram pro zařízení č. 3	69
Obr. 23: Návrh vyvíječe páry	70
Obr. 24: Výběr konkrétního parního vyvíječe	70
Obr. 25: Komora parního vyvíječe	71
Obr. 26: Izolace potrubí z.č.2 – přívod sání LÉTO	80
Obr. 27: Izolace potrubí z.č.2 – přívod výtlak LÉTO.....	80
Obr. 28: Izolace potrubí z.č.2 – přívod podhled LÉTO	81
Obr. 29: Izolace potrubí z.č.2 – přívod sání ZIMA	81
Obr. 30: Izolace potrubí z.č.2 – přívod výtlak ZIMA.....	82
Obr. 31: Izolace potrubí z.č.2 – přívod podhled ZIMA	82
Obr. 32: Návrh kondenzační VRF jednotky	83
Obr. 33: Návrh kondenzační VRF jednotky	83
Obr. 34: Návrh kondenzační multisplitové jednotky	84
Obr. 35: Protipožární klapka.....	85

Seznam použitých tabulek

Tab. 1: Zakázaná chladiva freonová	31
Tab. 2: Regulovaná chladiva	32
Tab. 3: Alternativní chladiva	33
Tab. 4: Kategorie chladiv dle hořlavost (nová podskupina)	36
Tab. 5: Zařazení chladiv do kategorie hořlavosti z pohledu toxicity.....	36
Tab. 6: Tabulka výpočtu součinitelů prostupu tepla.....	41
Tab. 7: Tabulka výpočtu tepelných ztrát	42
Tab. 8: Seznam místností, zátěží a ztrát.....	47
Tab. 9.1: Tabulka zařízení č.1 průtoky vzduchu včetně chlazení.....	48
Tab. 9.2: Tabulka zařízení č.2 průtoky vzduchu včetně chlazení.....	49
Tab. 9.3: Tabulka zařízení č.3 průtoky vzduchu včetně chlazení.....	50
Tab. 10: Tabulka velikostí navržených anemostatů.....	51
Tab. 11: Tabulka distribučních elementů	56
Tab. 12: Dimenze potrubí pro zařízení č. 1	57
Tab. 13: Dimenze potrubí pro zařízení č. 2	58
Tab. 14: Dimenze potrubí pro zařízení č. 3	59
Tab. 15: Dimenzování potrubí za jednotkou exteriér	60
Tab. 16: Tabulka parametrů jednotlivých zařízení	61
Tab. 17: Útlum hluku přívodního potrubí do venkovního prostředí.....	72
Tab. 18: Útlum hluku přívodního potrubí do vnitřního prostředí.....	73
Tab. 19: Útlum hluku odvodního potrubí do vnitřního prostředí	73
Tab. 20: Útlum hluku odvodního potrubí do venkovního prostředí.....	74
Tab. 21: Útlum hluku přívodního potrubí do vnitřního prostředí.....	74
Tab. 22: Útlum hluku přívodního potrubí do venkovního prostředí.....	75
Tab. 23: Útlum hluku odvodního potrubí do vnitřního prostředí	76
Tab. 24: Útlum hluku odvodního potrubí do venkovního prostředí	77
Tab. 25: Útlum hluku přívodního potrubí do venkovního prostředí.....	77
Tab. 26: Útlum hluku přívodního potrubí do vnitřního prostředí.....	78
Tab. 27: Útlum hluku odvodního potrubí do venkovního prostředí.....	79
Tab. 28: Útlum hluku odvodního potrubí do vnitřního prostředí	79
Tab. 29: Rozměrová tabulka požárních klappek	85

Seznam použitých grafů

Graf 1: Snižování podílu F-plynů na trhu	35
Graf 2: Průběh tepelné zátěže v místnosti číslo	45
Graf 3: Průběh tepelné zátěže v místnosti číslo 216	45
Graf 4: Tlaková ztráta a rychlost proudění vzduchu pro VVM 600/16	52
Graf 5: Akustický tlak a tlaková ztráta talířového ventilu	53
Graf 6: Návrh přívodní a odvodní mřížky (červená – přívod, modrá – odvod)	54
Graf 7: Návrh graf tlakové ztráty protidešťové žaluzie	60

Seznam příloh

Výkres č. 1: Půdorys 2.NP

Výkres č. 2: Půdorys 1.NP

Výkres č. 3: Půdorys střechy

Výkres č. 4a: Podélný řez

Výkres č. 4b: Pohledy a řezy

Výkres č. 5: Jednočarové 1.NP

Výkres č. 6: Jednočarové 2.NP

Výkres č. 7: Jednočarové střecha